



**meteor**

**csillagászati  
évkönyv**

**2010**

A photograph of an astronaut in a white spacesuit floating in space. The astronaut is holding a book titled "meteor" in front of their chest. The background shows the reddish-brown surface of Mars.

A Magyar  
Csillagászati  
Egyesület  
lapja

**meteor**

a tengerfenéktől a „Marsig” olvassák!



**meteor.mcse.hu**



# METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2010



# **meteor** **csillagászati évkönyv** **2010**

Szerkesztette:  
Benkő József  
Mizser Attila



Magyar Csillagászati Egyesület  
[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)  
Budapest, 2009

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

Bartha Lajos  
Butuza Tamás  
Görgei Zoltán  
Hegedűs Tibor  
Kaposvári Zoltán  
Kárpáti Ádám  
Kovács József  
Landy-Gyebnár Mónika  
Jean Meeus  
Sánta Gábor  
Sárneczky Krisztián  
Szabó Sándor  
Szöllősi Attila  
Tóth Imre

A kalendárium csillagtérképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

*[www.ursaminor.hu](http://www.ursaminor.hu)*

Az elongációs grafikonok készítéséhez egyedi szoftvert használtunk,  
melyet Butuza Tamás készített.

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László

A kiadvány támogatói:

Mindazok, akik az SZJA 1%-ával támogatják

a Magyar Csillagászati Egyesületet.

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, *[www.karman.hu](http://www.karman.hu)*

Nyomtatás, kötészet: OOK-Press Kft., *[www.ookpress.hu](http://www.ookpress.hu)*

Terjedelem: 21 ív + 8 oldal színes melléklet

2009. november

**ISSN 0866-2851**

# Tartalom

Bevezető .....	7
<b>Kalendárium</b> .....	11
<b>Cikkek</b>	
Székely Péter: Újdonságok kompakt objektumokról .....	181
Sódorné Bognár Zsófia: A fehér törpe csillagok világa .....	193
Szabó M. Gyula: A kozmikus távolságlétra – távolságmérés a csillagászatban .....	214
Kolláth Zoltán: Még nem búcsúzunk a Hubble-űrtávcsőtől .....	234
Illés Erzsébet: Hogyan látjuk ma az óriásbolygók világát? .....	248
Hargitai Henrik, Kozma Judit, Kereszturi Ákos, Bérczi Szaniszló, Dutkó András, Illés Erzsébet, Karátson Dávid, Sik András: Javaslat a planetológiai nevezéktan magyar rendszerére .....	280
<b>Beszámolók</b>	
Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2008-ban .....	305
Balázs Lajos: Az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének működése 2008-ban .....	308
Érdi Bálint: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2008-ban .....	319
Szatmáry Károly: A Szegedi Csillagvizsgáló tevékenysége 2007–2008-ban .....	323

### **A címlapon**

A Hubble-űrtávcső felvétele az NGC 6302 jelű planetáris ködről („Pillangó-köd”, Skorpió csillagkép). A felvétel a 2009-ben beépített WFC3 kamerával készült.

### **A hátsó borítón**

Galilei objektívje. Galileo Galilei ezzel a díszesen befoglalt objektívvel fedezte fel a Jupiter négy legfényesebb, úgynevezett Galilei-holdját 1610 januárjában. Az optikát a firenzei Tudománytörténeti Múzeum őrzi.



## Bevezető

Egy évvel ezelőtt ünnepeltük A Csillagászat Nemzetközi Évét. Évkönyvünk lezárásakor még korai mérleget készíteni, az azonban egészen bizonyos, hogy az UNESCO és az ENSZ által meghirdetett jubileumi évben nagyon sok értékes program, rendezvény jött létre, és sok hasznos kiadvány jelent meg. Évkönyvünk előző kötete közel 400 oldalasra sikerült, 2010-ben azonban vissza kell térnünk a megszokott terjedelemhez, aminek csak egyik oka az időközben „ránk köszöntött” gazdasági válság.

2010 is fontos évforduló a csillagászatban, hiszen a távcső csillagászati alkalmazása és Galilei fellépése sokkal inkább köthető 1610-hez, mint 1609-hez. A tudós korszakalkotó műve 1610 márciusában jelent meg – a Sidereus Nuncius magyar fordítását előző évi kötetünkben olvashattuk Csaba György Gábor értő tolmácsolásában. Bár égi jelenségeket természetesen szép számmal észlelhetünk 2010-ben is (lásd Kalendáriumunkat), igazán jelentős, a nagyközönség figyelmét is kierdemlő jelenség nem várható. Az év legjelentősebb fogyatkozása egy mindössze néhány százalékos napfogyatkozás lesz, melyet január 15-én hajnalban figyelhetünk meg, közvetlenül napkelte után.

Kalendáriumunk részletesen foglalkozik a 2010-es év égi és földi csillagászati eseményeivel, évfordulóival.

Egy csillagászati évkönyv egyik fontos szerepe az adott évre vonatkozó csillagászati alapadatok, valamint az érdekes, látványos, ritka – és természetesen a kötet lezárásáig előre jelezhető – égi jelenségek pontos közlése mindazok számára, akiket érdekelnek a csillagos ég jelenségei. A 2010-es kötetben sem találhatók hosszú oldalakon sorjázó számsorok, bár olvasóink visszajelzései alapján valamivel több táblázatos adatot közlünk, mint a 2008-as és a 2009-es kötetekben. Így például részletesebb üstökös-előrejelzéseket közlünk, valamint jelentkezünk egy jelentősen átdolgozott meteorraj-táblázattal. Ugyancsak olvasói igényre ismét közöljük a bolygók láthatósági ábráit, a korábban megszokottnál tetszetősebb megjelenéssel.

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetárium-programokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, és ezzel akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyv gyökeresen más szerepet kell hogy kapjon. Olvasóink figyelmébe ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület *Meteor* című lapját, mely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenség-naptárában, olyanokról is, melyek jellegüknél fogva nem jelenhetnek meg évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)) és hírportálján ([hirek.csillagaszat.hu](http://hirek.csillagaszat.hu)).

A 2010-es Csillagászati évkönyvben az utóbbi két kötetnél megszokott módon igyekeztünk szemléletes ábrákkal is illusztrálni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkal hívjuk fel a figyelmet (meteorrajok, kisbolygók, üstökösök, változócsillagok, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghez, a korábbi évkönyvekhez képest céltudatosabban irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: [meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu)).

A havi előrejelzéseket egy-egy évfordulós csillagásztörténeti érdekesség is színesíti.

A **Kalendárium** hagyományos naptár része minden hónapban két oldal táblázattal kezdődik. Ezekben minden időadat közép-európai időben (KÖZEI) szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is.

Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ( $\lambda = 15^\circ$ ) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a  $\lambda = 19^\circ$  földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó-Bíró: *Magyar utónévkönyv* című munka. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

*Az eseménynaptárban az időpontokat UT-ben adtuk meg.*

A négy fő holdfázis időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak, megadtuk a csillagkép nevét is, ahol a Hold tartózkodik az adott időpontban.

Föld napközeli- és naptávoli-időpontjai (perigeum és apogeum) tized perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben.

A napéjgyenlőségek és napfordulók időpontjai tized perc pontosságúak és geocentrikusak.

A Hold librációinak időpontjai tized perc pontosságúak, geocentrikusak. Egy lunáción belül hat időpont van megadva, a legnagyobb északi, déli, keleti és nyugati érték időpontja, valamint a legkisebb és legnagyobb eredő libráció (század fok pontossággal).

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva,  $-6$  fokos napmagasságra. Az előre jelzett jelenségeknél megadtuk a holdsarló korát valamint a horizont feletti magasságát is.

Bolygók dichotómiája. A Merkúr és a Vénusz bolygó 50%-os fázisának időpontjait is tartalmazza a jelenségnaptár perc pontossággal, a Föld középpontjából nézve.

A Hold földközeli- és földtávoli-időpontjai tized perc pontosságúak, valamint meg vannak adva a Hold távolságai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérői is tized ívmásodperc pontossággal.

Az eseménynaptár tized perc pontossággal tartalmazza azokat időpontokat is, a mikor a Hold eléri legkisebb/legnagyobb deklinációs értékét.

A belső bolygók elongációinak és oppozícióinak időpontjai geocentrikusak és tized perc pontosságúak, az eseménynaptár tartalmazza az elongációk mértékét, a bolygók fényességét, átmérőjét és a fázisait ezekben az időpontokban. A Merkúr és a Vénusz alsó, illetve a felső együttállását a Nappal tized perc pontossággal adtuk meg. A külső bolygóknál az időpontok szintén tized perc pontosságúak, járulékos adatként a bolygók látszó átmérői, fényességük és a csillagképek nevei is.

2010-ben két holdfogyatkozás lesz, a másodperc pontosságú időpontok geocentrikus kezdő és befejező kontaktus-időpontok. Hazánkból egyik sem lesz megfigyelhető.

A 2010-es évben két napfogyatkozás következik be, mindkettő szerepel a Kalendáriumunkban. Hazánkból csak a január 15-i napfogyatkozás lesz látható, de nagyon extrém körülmények mellett, közvetlenül napkelte után.

A Hold látványosabb csillagfedéseit csillagfedéseit (április 21., október 27.) másodperc pontossággal adjuk meg, továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a hold fázisa és a súroló fedés helye több ma-

gyarországi teleülésre számítva. Térképen mutatjuk be, hogy Magyarország mely területein észlelhető az április 21-i sűrű fedés.

2010-ben nem lesz hazánkból észlelhető bolygófedés.

A Jupiter-holdak jelenségei közül azokat az eseményeket szerepeltetjük a felsorolásban, amikor egy éjszaka során két hold-jelenség is lesz, valamint amikor a Jupiter korongján két hold árnyéka látszik.

2010-ben még mindig közel éléről láthatjuk a Szaturnusz hold- és gyűrűrendszerét. Ennek apropóján közöljük a Szaturnusz-holdak láthatósági ábráját (mely hasonló a Jupiternél megszokott ábrához).

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be, amelyeknél 2,5 foknál kisebb a távolság az égitestek között, és a jelenség legalább egy része sötét égbolton megfigyelhető.

A Hold csillag- és bolygómegközelítései közül azokat az eseményeket szerepeltetjük, amelyeknél Budapestről nézve a Hold 5 foknál közelebb kerül egy bolygóhoz, illetve 1 fokon belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szögtávolságot és annak időpontját.

A bolygók csillagfedései, illetve csillag-megközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól 30'-en belül halad el, illetve egy 11,5 magnitúdónál fényesebb csillagot 60"-nél jobban megközelít. Külön említjük azokat a jelenségeket, amikor egy bolygó, üstökös vagy kisbolygó fényes mélyég-objektum mellett halad el.

A kisbolygók csillag-, illetve mélyégobjektum-megközelítései közül azok az események kaptak helyet, amelyeknél egy 12,0 magnitúdónál fényesebb kisbolygó egy 11 magnitúdónál fényesebb mélyég-objektumot közelít meg.

Reméljük, hogy ismét sikerült egy „felhasználóbarát” csillagászati évkönyvet adnunk olvasóink kezébe. Természetesen a változtatásokkal, az óhatatlanul előforduló hibákkal, valamint a módosítási javaslatokkal kapcsolatosan – mint eddig, ezután is – kérjük, hogy keressék meg a kötet szerkesztőit az *mcse@mcse.hu* címen.

Csillagászati évkönyvünk kereskedelmi forgalomban is kapható, azonban minden olvasónknak ajánljuk, hogy közvetlenül a Magyar Csillagászati Egyesülettől szerezzék be (személyesen az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban is megvásárolható). A legjobb megoldás azonban az, ha maguk is az MCSE tagjaivá válnak, ugyanis ez esetben tagilletményként egészen biztosan hozzájuthatnak kiadványunkhoz. Az egyesületi tagsággal kapcsolatos információk megtalálhatók egyesületi honlapunkon (*www.mcse.hu*).

# KALENDÁRIUM

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – január**

KÖZEI

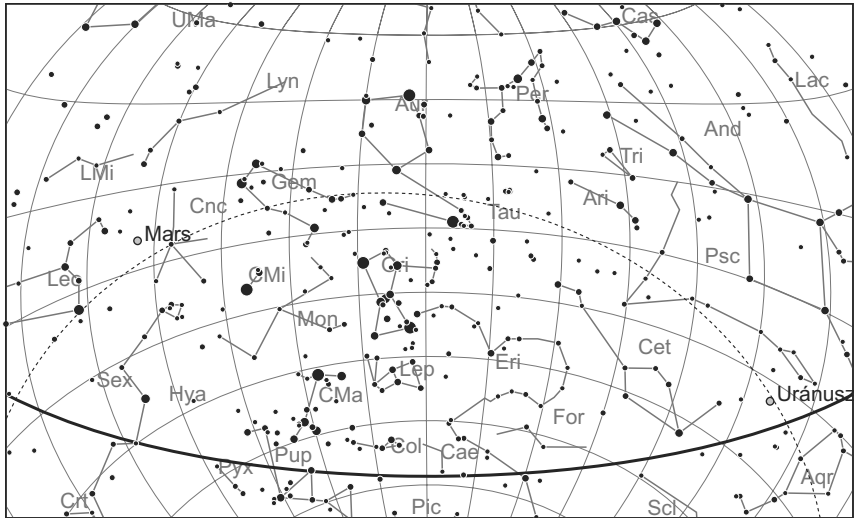
Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. hét									
1. p 1.	7 31	11 47	16 03	19,6	−3,3	16 59	–	8 04	
2. sz 2.	7 31	11 48	16 04	19,6	−3,8	18 26	0 59	8 41	
3. v 3.	7 31	11 48	16 05	19,7	−4,2	19 50	1 57	9 10	
2. hét									
4. h 4.	7 31	11 49	16 06	19,8	−4,7	21 12	2 51	9 34	
5. k 5.	7 31	11 49	16 07	19,9	−5,2	22 31	3 41	9 56	
6. sz 6.	7 31	11 49	16 09	20,1	−5,6	23 47	4 30	10 16	
7. cs 7.	7 30	11 50	16 10	20,2	−6,0	–	5 18	10 37	☉ 11 40
8. p 8.	7 30	11 50	16 11	20,3	−6,5	1 02	6 07	11 01	
9. sz 9.	7 30	11 51	16 12	20,5	−6,9	2 16	6 56	11 28	
10. v 10.	7 29	11 51	16 13	20,6	−7,3	3 26	7 47	12 02	
3. hét									
11. h 11.	7 29	11 52	16 15	20,8	−7,7	4 32	8 39	12 43	
12. k 12.	7 28	11 52	16 16	20,9	−8,1	5 30	9 31	13 32	
13. sz 13.	7 28	11 52	16 17	21,1	−8,5	6 19	10 23	14 29	
14. cs 14.	7 27	11 53	16 19	21,3	−8,9	6 59	11 12	15 31	
15. p 15.	7 27	11 53	16 20	21,4	−9,2	7 30	12 00	16 37	☉ 8 11
16. sz 16.	7 26	11 53	16 21	21,6	−9,6	7 55	12 45	17 42	
17. v 17.	7 25	11 54	16 23	21,8	−9,9	8 17	13 27	18 48	
4. hét									
18. h 18.	7 25	11 54	16 24	22,0	−10,2	8 35	14 08	19 52	
19. k 19.	7 24	11 54	16 25	22,2	−10,6	8 52	14 48	20 56	
20. sz 20.	7 23	11 55	16 27	22,4	−10,9	9 09	15 29	22 02	
21. cs 21.	7 22	11 55	16 28	22,7	−11,2	9 26	16 10	23 08	
22. p 22.	7 21	11 55	16 30	22,9	−11,4	9 45	16 54	–	
23. sz 23.	7 20	11 55	16 31	23,1	−11,7	10 08	17 41	0 17	☉ 11 53
24. v 24.	7 19	11 56	16 33	23,4	−12,0	10 37	18 33	1 29	
5. hét									
25. h 25.	7 18	11 56	16 34	23,6	−12,2	11 14	19 29	2 42	
26. k 26.	7 17	11 56	16 36	23,9	−12,4	12 04	20 30	3 53	
27. sz 27.	7 16	11 56	16 37	24,1	−12,7	13 08	21 33	4 57	
28. cs 28.	7 15	11 57	16 39	24,4	−12,9	14 25	22 36	5 51	
29. p 29.	7 14	11 57	16 40	24,6	−13,0	15 50	23 37	6 34	
30. sz 30.	7 12	11 57	16 42	24,9	−13,2	17 17	–	7 07	☉ 7 18
31. v 31.	7 11	11 57	16 44	25,2	−13,4	18 43	0 34	7 34	

## január

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 198	6 42 09	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 455 199	6 46 06	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 455 200	6 50 02	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 455 201	6 53 59	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 455 202	6 57 55	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 455 203	7 01 52	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 455 204	7 05 48	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 455 205	7 09 45	Gyöngyvér, Virág
9.	2 455 206	7 13 41	Marcell
10.	2 455 207	7 17 38	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 455 208	7 21 34	Ágota, Agáta
12.	2 455 209	7 25 31	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 455 210	7 29 28	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 455 211	7 33 24	Bódog
15.	2 455 212	7 37 21	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 455 213	7 41 17	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 455 214	7 45 14	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 455 215	7 49 10	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 455 216	7 53 07	Sára, Márió, Margit, Márta, Sárolta, Veronika
20.	2 455 217	7 57 03	Fábián, Sebestyén, Szabaszián, Tímea
21.	2 455 218	8 01 00	Ágnes
22.	2 455 219	8 04 57	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 455 220	8 08 53	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 455 221	8 12 50	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 455 222	8 16 46	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 455 223	8 20 43	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 455 224	8 24 39	Angelika, Angéla, János
28.	2 455 225	8 28 36	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 455 226	8 32 32	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 455 227	8 36 29	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 455 228	8 40 26	Marcella, János, Lujza, Péter

6. Vízkereszt

14. A Julián-naptár szerinti újév napja



*A déli égbolt január 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** Január 4-én alsó együttállásban van a Nappal. A hónap közepétől kereshető napkelte előtt a hajnali ég alján a délkeleti horizont közelében. 27-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $24,8^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor egy és negyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Ebben a hónapban figyelhető meg. 11-én felső együttállásban van a Nappal. Fényessége  $-3^m,9$ , átmérője  $9,8''$ , fázisa 0,999-ről 1,0-re nő, majd 0,997-re csökken.

**Mars:** Hátráló mozgást végez az Oroszlán, majd a Rák csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető, feltűnően látszik magasan az égen. 29-én szembenállásban van a Nappal. Fényessége  $-0^m,8$ -ról  $-1^m,3$ -ra, átmérője  $12,7''$ -ről  $14,1''$ -re nő.

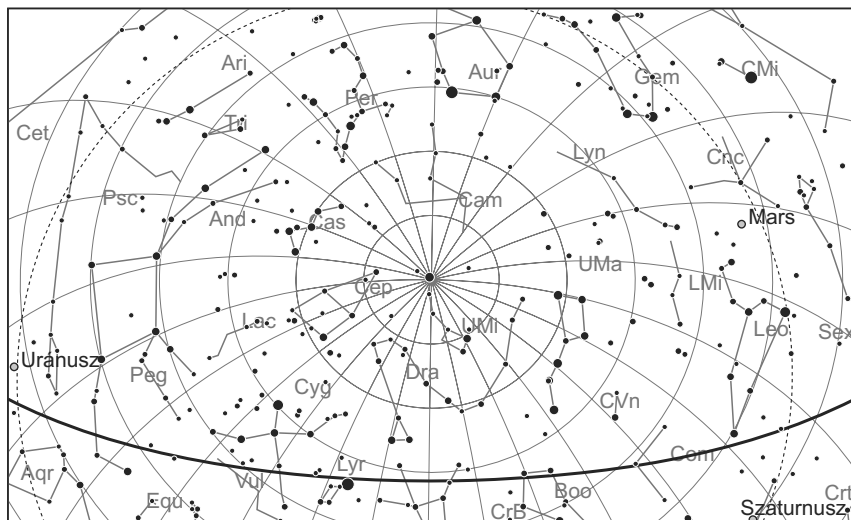
**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Bak, majd a Vízöntő csillagképben. Feltűnően látszik az esti délkeleti égen, késő este nyugszik. Fényessége  $-2^m,1$ , átmérője  $34''$ .

**Szaturnusz:** Kezdetben előretartó, 14-e után hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében látható. Fényessége  $0^m,9$ , átmérője  $18''$ .

**Úránusz:** Az esti órákban figyelhető meg a Vízöntő, majd 15-től a Halak csillagképben. Késő este nyugszik.

**Neptunusz:** A hónap első felében még kereshető az esti szürkületben, a Bak csillagképben.





Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

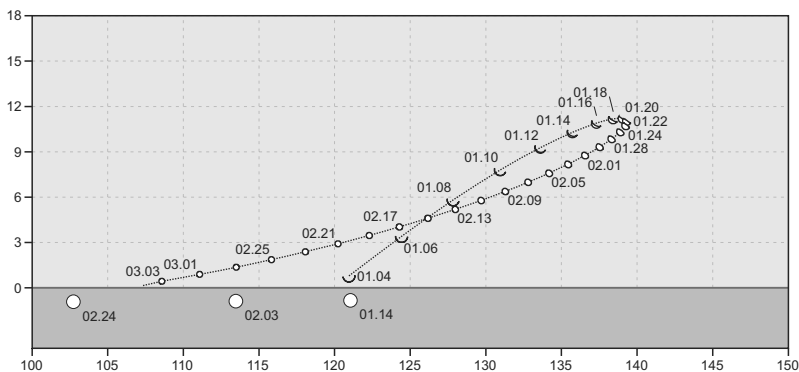
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 01.01. | 20:41 | Hold földközelen (földtávolság: 358 671 km, látszó átmérő: 33'19", 98,3%-os csökkenő holdfázis)             |
| 01.01. | 21:58 | A Hold mögül kilép a 85 Geminorum (5 <sup>m</sup> 4, 98,1%-os csökkenő holdfázis)                           |
| 01.01. | 23:51 | Titan (Szaturnusz-hold) fogyatkozásának vége  |
| 01.02. | 3:06  | A (349) Dembowska kisbolygó (11 <sup>m</sup> 9) 2,2'-cel délre az $\alpha^2$ Lib-től                        |
| 01.02. | 19:27 | A Hold mögül kilép az 54 Cancrri (6 <sup>m</sup> 4, 94,0%-os csökkenő holdfázis)                            |
| 01.03. | 0:09  | Föld napközelen (0,983290 CSE)  |
| 01.04. | 1:00  | A Hold mögé belép a $\pi$ Leonis (29 Leo, 4 <sup>m</sup> 7, 85,1%-os csökkenő holdfázis), kilépés 02:10-kor |
| 01.05. | 4:18  | A 81P/Wild 2-üstökös 20'-cel délre az $\eta$ Vir-től  |
| 01.05. | 5:17  | A C/2007 Q3 (Siding Spring)-üstökös 18'-cel nyugatra a 9 Boo-tól  |
| 01.07. | 10:40 | Utolsó negyed (Hold a Virgo csillagképben)  |
| 01.07. | 18:01 | Hold északi librációja ( $b = 6,85^\circ$ )   |
| 01.07. | 21:05 | A Mars ( $-0^m9$ , 13,3" átmérőjű) 35"-re megközelíti a TYC 1405-72-1-et (8 <sup>m</sup> 8)                 |
| 01.08. | 12:30 | Hold keleti librációja ( $l = 7,19^\circ$ )   |
| 01.11. | 9:52  | Vénusz felső együttállásban a Nappal (Naptól 0,8°-ra)   |
| 01.12. | 8:31  | Hold eléri legkisebb deklinációját $-26,7^\circ$ -nál (7,8%-os csökkenő holdfázis)                          |
| 01.15. | 6:28  | Részleges napfogyatkozás, nagysága 0,079, napkeltekor már fogyatkozásban a Nap, fogyatkozás vége 06:50-kor  |

**Dátum Időpont Esemény**

01.15.	7:11	Újhold (Hold a Sagittarius csillagképben)
01.15.	15:47	Hold minimális librációja ( $l = 0,98^\circ$ , $b = -0,97^\circ$ )
01.15.	22:31	Az (52) Europa kisbolygó ( $10^m6$ ) $3,6'$ -cel északra a 110 Tau-tól
01.16.	15:55	32 óra 44 perces holdsarló $6,1^\circ$ magasan az esti égen (Jupiter $19^\circ$ -ra keletre tőle)
01.17.	1:55	Hold földtávolban (földtávolság: 406 448 km, látszó átmérő: $29'24''$ , $2,8\%$ -os növekvő holdfázis)
01.18.	5:32	A Merkúr ( $0^m2$ ) $12'13''$ -re megközelíti a 21 Sgr-t ( $4^m8$ )
01.18.	15:58	A $9,8\%$ -os növekvő fázisú Holdtól $5^\circ42'$ -cel délre a Jupiter (legkisebb távolság 09:03-kor $3^\circ49'$ )
01.19.	0:00	A 81P/Wild 2-üstökös $10'$ -cel keletre az NGC 4691 jelű galaxistól
01.20.	15:58	A Hold mögé belép a 19 Piscium ( $5^m0$ , $23,7\%$ -os növekvő holdfázis), kilépés 17:09-kor
01.21.	2:48	A 81P/Wild 2-üstökös $3'$ -cel délre a 38 Vir-től
01.21.	15:07	Merkúr dichotómiája ( $50,0\%$ fázis, $23,9^\circ$ -os nyugati elongáció)
01.22.	11:22	Hold déli librációja ( $b = -6,82^\circ$ )
01.23.	10:53	Első negyed (Hold az Aries csillagképben)
01.23.	11:03	Hold maximális librációja ( $l = -7,63^\circ$ , $b = -6,66^\circ$ )
01.24.	4:11	A Mars ( $-1^m2$ , $14,1''$ átmérőjű) $36''$ -re megközelíti a TYC 1400-2301-1-et ( $8^m2$ )
01.24.	5:24	Hold nyugati librációja ( $l = -7,75^\circ$ )
01.25.	16:45	A $73,1\%$ -os növekvő fázisú Hold $3,3'$ -ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben
01.25.	17:39	A Hold mögé belép a 36 Tauri ( $5^m5$ , $73,5\%$ -os növekvő holdfázis)
01.25.	18:10	Az (535) Montague kisbolygó ( $13^m4$ ) elfedi a TYC 1872-00148-1-et ( $9^m1$ )
01.26.	19:43	Hold eléri legnagyobb deklinációját $+25,4^\circ$ -nál ( $83,6\%$ -os növekvő holdfázis)
01.27.	5:23	Merkúr legnagyobb nyugati kitérése ( $24,8^\circ$ elongáció, $-0^m1$ , $6,7''$ átmérő, $63\%$ fázis, Sagittarius csillagkép)
01.27.	17:36	A Hold mögé belép az 5 Geminorum ( $5^m8$ , $90,7\%$ -os növekvő holdfázis)
01.27.	18:56	Mars földközélben ( $0,663975$ CSE távolság, látszó átmérő $14,11''$ )
01.28.	18:59	A Hold mögé belép a $\delta$ Geminorum (Wasat, $3^m5$ , $96,7\%$ -os növekvő holdfázis), kilépés 20:09-kor
01.28.	22:55	A Hold mögé belép a 63 Geminorum ( $5^m2$ , $97,4\%$ -os növekvő holdfázis)
01.29.	0:21	A (2) Pallas kisbolygó ( $9^m3$ ) január 29-e és 30-a között elhalad az M5 jelű gömbhalmaz előtt ( $5^m8$ )
01.29.	2:09	Az (532) Herculina kisbolygó ( $9^m5$ ) $11,8'$ -cel keletre az M85 jelű galaxis-tól ( $9^m2$ )
01.29.	19:28	Mars oppozícióban ( $-1^m3$ , $14,1''$ látszó átmérő, Cancer csillagkép)
01.30.	6:18	Telihold (Hold a Cancer csillagképben), a legfényesebb a 2010-es évben
01.30.	9:12	Hold földközélben (földtávolság: 356 593 km, látszó átmérő: $33'31''$ , $100\%$ -os holdfázis)
01.31.	0:46	A Hold mögül kilép a $\xi$ Leonis ( $5^m0$ , $99,0\%$ -os csökkenő holdfázis)
01.31.	4:44	A Hold mögé belép az o Leonis (Subra, $3^m5$ , $98,6\%$ -os csökkenő holdfázis), kilépés 5:36-kor



*A Merkúr hajnali láthatósága január–február folyamán*

## Üstökösök

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** A földközeli kisbolygókat kereső Siding Spring Survey keretében fedezte fel az ausztrál Donna Burton 2007. augusztus 25-én. A közel csillag-szerű égitest halovány kómáját néhány nappal később az éppen a Siding Spring-i 1 m-es távcsővel dolgozó Kiss László és Sárneckzy Krisztián mutatta ki teljes bizonyossággal. A szerény megjelenés oka a 7,6 CSE naptávolság volt. Perihéliumát két évvel később, tavaly októberben érte el 2,252 CSE naptávolságban, így az év első felében a már távolodó üstököst figyelhetjük meg. Ebben a hónapban a 10 magnitúdós égitest a Bootes csillagképben fog tartózkodni, bár az időszak elején három napra érinti a Canes Venaticit is. Az észak felé haladó üstökös 5-én hajnalban 18 ívperccel nyugatra lesz látható az 5 magnitúdós 9 Bootistól, január 8/9-én pedig 55 ívpercre északnyugatra halad el a 9 magnitúdós NGC 5466 jelű gömbhalmaztól.

**81P/Wild 2.** A Stardust űrszonda által is meglátogatott üstököst Paul Wild svájci csillagász fedezte fel 1978. január 6-án. A számítások később megmutatták, hogy 1974-ben rendkívüli mértékben megközelítette a Jupitert. Az Europa és a Ganymedes holdak pályája között elhaladva keringési ideje 40,2 évről 6,2 évre csökkent. Felfedezése óta egyik napközelségét sem tévesztették szem elől, és hazánkból is többször sikerült megfigyelni. Napközelségét ( $q = 1,598$  CSE) február 22-én fogja elérni, majd április 5-én 0,673 CSE-re megközelíti a Földet, így felfedezése óta, sőt, 2042-ig bezárólag az idei lesz a legjobb láthatósága. Ennek során szinte végig az égi egyenlítő közelében, attól kicsit délre fog látszani, ami kedvező megfigyelési feltételeket kínál mindkét félteke észlelőinek. A gyorsan közeledő üstökös fényessége a hónap végére elérheti a 10 magnitúdót, miközben előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Január 5-én hajnalban harmad fokkal délre lesz látható a 3,9 magnitúdós  $\eta$  Virginistól, majd 9-én este 12 ívperccel északkeletre figyelhetjük meg a 12 magnitúdós NGC 4454 jelű galaxistól. Január 19-én hajnalban a 11,5 magnitúdós NGC 4691-et közelíti meg 10 ívpercre, 21-én hajnalban pedig alig 3 ívpercre lesz a 6 magnitúdós 38 Virginistól.

**169P/NEAT.** A mindössze 4,21 éves keringési idejű, gyenge aktivitású égitestet föld-súroló kisbolygóként fedezte fel a NEAT program 2002. március 15-én a palomar-hegyi 122 cm-es Schmidt-távcsővel. Üstökösaktivitását a következő napközelség alkalmával, 2005 júliusában mutatták ki, de ekkor is csak 1 ívpercnyi csóva látszott, a fej teljesen csillagszerű maradt. Később 1989-ben és 1998-ban készült felvételeken is megtalálták, de azokon is csillagszerű volt. Január 12-én a Naptól távolodó égitest 0,194 CSE-re megközelíti bolygónkat, de ekkor még mélyen a déli égen fog látszani. Hazánkból csak a hónap végén lesz megfigyelhető a déli horizont fölött, fényessége várhatóan 12,5–13 magnitúdó lesz. A Pyxis csillagképben megjelenő üstökös naponta két fokot mozdul el észak felé, így láthatósága rohamosan javul. Január 28-án 18 UT-kor 9 ívpercre megközelíti az 5 ívperces, 10 magnitúdós, NGC 2784 jelű galaxist.

## C/2007 Q3 (Siding Spring)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
01.01.	13 47 27	+26 00 55	2,299	2,454	87	9,7
01.06.	13 56 43	+27 53 36	2,270	2,477	90	9,7
01.11.	14 05 47	+29 51 30	2,245	2,500	93	9,7
01.16.	14 14 38	+31 53 59	2,224	2,525	96	9,8
01.21.	14 23 12	+34 00 13	2,209	2,551	99	9,8
01.26.	14 31 26	+36 09 15	2,198	2,577	101	9,8
01.31.	14 39 17	+38 20 01	2,193	2,605	103	9,9
02.05.	14 46 43	+40 31 26	2,194	2,633	105	9,9
02.10.	14 53 38	+42 42 24	2,200	2,662	107	10,0
02.15.	15 00 00	+44 51 44	2,211	2,691	108	10,0
02.20.	15 05 44	+46 58 13	2,228	2,722	109	10,1
02.25.	15 10 46	+49 00 43	2,250	2,753	110	10,2
03.02.	15 15 03	+50 58 14	2,276	2,784	111	10,2
03.07.	15 18 31	+52 49 54	2,307	2,816	111	10,3
03.12.	15 21 06	+54 34 52	2,343	2,849	111	10,4
03.17.	15 22 46	+56 12 23	2,382	2,882	110	10,5
03.22.	15 23 28	+57 41 44	2,424	2,916	110	10,6
03.27.	15 23 14	+59 02 21	2,470	2,950	109	10,7
04.01.	15 22 03	+60 13 50	2,519	2,985	108	10,8
04.06.	15 20 00	+61 15 50	2,570	3,020	107	10,9
04.11.	15 17 07	+62 08 07	2,624	3,056	106	10,9
04.16.	15 13 33	+62 50 29	2,679	3,092	105	11,0
04.21.	15 09 27	+63 22 52	2,736	3,128	104	11,1
04.26.	15 04 58	+63 45 24	2,795	3,164	102	11,2
05.01.	15 00 19	+63 58 23	2,854	3,201	101	11,3
05.06.	14 55 39	+64 02 14	2,914	3,238	100	11,4
05.11.	14 51 09	+63 57 21	2,976	3,276	98	11,5
05.16.	14 46 58	+63 44 18	3,037	3,314	97	11,6
05.21.	14 43 14	+63 23 44	3,100	3,352	96	11,7
05.26.	14 40 04	+62 56 22	3,162	3,390	94	11,8

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
05.31.	14 37 30	+62 22 55	3,225	3,428	93	11,9
06.05.	14 35 35	+61 44 04	3,288	3,467	92	12,0
06.10.	14 34 19	+61 00 27	3,351	3,505	90	12,1
06.15.	14 33 43	+60 12 39	3,415	3,544	89	12,2
06.20.	14 33 45	+59 21 18	3,478	3,583	88	12,2
06.25.	14 34 24	+58 26 58	3,541	3,623	86	12,3
06.30.	14 35 36	+57 30 09	3,604	3,662	85	12,4
07.05.	14 37 20	+56 31 17	3,667	3,702	84	12,5
07.10.	14 39 33	+55 30 44	3,730	3,741	83	12,6
07.15.	14 42 13	+54 28 54	3,793	3,781	82	12,7
07.20.	14 45 18	+53 26 10	3,856	3,821	80	12,8
07.25.	14 48 46	+52 22 51	3,919	3,861	79	12,8
07.30.	14 52 33	+51 19 15	3,982	3,901	78	12,9

## 81P/Wild 2

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
01.01.	12 10 26	-00 12 53	1,236	1,681	98	10,8
01.06.	12 21 18	-01 07 34	1,184	1,667	100	10,7
01.11.	12 32 03	-01 59 49	1,135	1,653	102	10,6
01.16.	12 42 36	-02 49 09	1,088	1,641	105	10,4
01.21.	12 52 56	-03 35 06	1,043	1,631	107	10,3
01.26.	13 02 58	-04 17 15	1,000	1,622	110	10,1
01.31.	13 12 39	-04 55 14	0,959	1,614	112	10,0
02.05.	13 21 56	-05 28 38	0,921	1,608	115	9,9
02.10.	13 30 42	-05 57 03	0,885	1,603	118	9,8
02.15.	13 38 54	-06 20 11	0,851	1,600	121	9,7
02.20.	13 46 25	-06 37 50	0,820	1,598	124	9,6
02.25.	13 53 11	-06 49 59	0,791	1,598	127	9,5
03.02.	13 59 08	-06 56 40	0,765	1,600	131	9,5
03.07.	14 04 11	-06 57 59	0,742	1,603	135	9,4
03.12.	14 08 16	-06 54 13	0,722	1,607	137	9,4
03.17.	14 11 22	-06 45 50	0,705	1,613	143	9,4
03.22.	14 13 27	-06 33 34	0,691	1,621	147	9,3
03.27.	14 14 34	-06 18 23	0,681	1,630	152	9,3
04.01.	14 14 49	-06 01 15	0,675	1,640	157	9,4
04.06.	14 14 17	-05 43 18	0,673	1,652	161	9,4
04.11.	14 13 06	-05 25 43	0,676	1,665	166	9,5
04.16.	14 11 28	-05 09 48	0,683	1,680	170	9,5
04.21.	14 09 36	-04 56 46	0,694	1,695	172	9,6
04.26.	14 07 41	-04 47 36	0,711	1,712	171	9,8
05.01.	14 05 55	-04 42 56	0,732	1,730	168	9,9
05.06.	14 04 26	-04 43 13	0,758	1,749	164	10,0

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
05.11.	14 03 24	-04 48 40	0,788	1,769	159	10,2
05.16.	14 02 53	-04 59 17	0,823	1,790	155	10,4
05.21.	14 02 59	-05 14 54	0,862	1,811	150	10,5
05.26.	14 03 43	-05 35 08	0,906	1,834	146	10,7
05.31.	14 05 05	-05 59 26	0,953	1,857	142	10,9
06.05.	14 07 05	-06 27 19	1,004	1,881	137	11,1
06.10.	14 09 41	-06 58 19	1,059	1,905	134	11,3
06.15.	14 12 51	-07 31 57	1,117	1,930	130	11,5
06.20.	14 16 33	-08 07 45	1,178	1,956	126	11,7
06.25.	14 20 46	-08 45 13	1,241	1,982	123	11,9
06.30.	14 25 25	-09 23 56	1,308	2,009	119	12,1
07.05.	14 30 29	-10 03 31	1,377	2,036	116	12,3
07.10.	14 35 55	-10 43 40	1,449	2,063	112	12,5
07.15.	14 41 42	-11 24 07	1,523	2,091	109	12,7
07.20.	14 47 48	-12 04 34	1,599	2,119	106	12,9
07.25.	14 54 11	-12 44 46	1,677	2,147	103	13,1
07.30.	15 00 49	-13 24 28	1,756	2,176	100	13,3

## 169P/NEAT

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
01.21.	09 43 49	-40 50 58	0,216	1,094	116	12,3
01.26.	09 20 29	-29 30 50	0,245	1,158	130	12,4
01.31.	09 05 42	-20 19 42	0,283	1,221	142	12,7
02.05.	08 55 47	-13 06 26	0,330	1,284	151	13,1
02.10.	08 49 02	-07 27 57	0,384	1,345	155	13,5
02.15.	08 44 34	-03 02 45	0,444	1,406	157	13,9
02.20.	08 41 53	+00 26 11	0,509	1,466	155	14,3
02.25.	08 40 38	+03 11 45	0,580	1,526	152	14,7

## Kisbolygók

(2) **Pallas.** A másodikként felfedezett, ám abszolút fényességben csak harmadik kisbolygó legszokatlanabb tulajdonsága 34 fokot meghaladó pályahajlása, melynél nagyobbatt több mint száz évig, a (944) Hidalgo megtalálásáig nem is ismertünk. A nagy pályahajlás miatt igen jelentősen eltávolodhat az ekliptikától, így olyan csillagképekben észlelhetjük, ahol ritkán találkozzunk kisbolygókkal. Ebben a hónapban még nem olyan szokatlan helyen, a Virgóban kell keresni a 9,4 magnitúdós kisbolygót, amely 2-án hajnalban 15 ívpercre megközelíti a 14 magnitúdós NGC 5705 jelű galaxist, és ugyanekkor alig 5 ívpercre lesz a 20 magnitúdós (95626) 2002 GZ32 jelű kentaur típusú kisbolygótól, ami az CCD-vel észlelők számára jelent jó fotótémát. Igen látványosnak ígérkezik 30-án hajnali együttállása az M5 jelű gömbhalmazmal, melynek északkeleti pereménél láthatjuk majd a Serpens csillagképhe átkerülő kisbolygót.

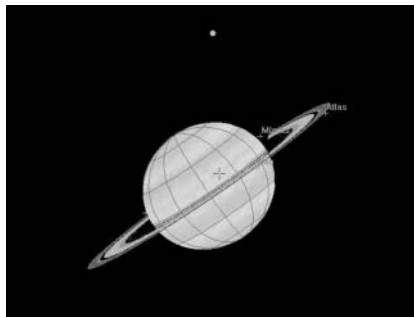
**(4) Vesta.** Heinrich Olbers fedezte fel 1807 márciusában, egy nap híján pontosan öt évvel a Pallas megtalálása után, ráadásul alig 1 fokra attól a helytől, ahol első kisbolygóját megtalálta. Ekkor már majd' három éve nem találtak új kisbolygót, ám Olbers nem adta fel a keresést. Az első három aszteroida pályája ugyanis a Virgo csillagképben látszott metszeni egymást, így a német amatőrcsillagász úgy gondolta, hogy itt történt az eredeti égitest szétszakadása, így a többi törmelék is áthalad ezen a helyen. Ezért éveken át minden hónapban átvizsgálta a Virgo, és az égbolton 180 fokkal átellenben lévő Cet csillagkép megfelelő tartományait. A zseniális ötlet eredménye lett a Vesta, amely az idén átlagos naptávolságában tartózkodik, így szembenállása is az átlagosak közül való. A 7,1 és 6,5 magnitúdó között fényesedő kisbolygó a Leo csillagképben mozog észak, majd északnyugat felé, ahogy elhagyja keleti stacionárius pontját, 22-én hajnalban szép, 3 ívperces kettőst alkot egy 6,6 magnitúdós csillaggal.

**(354) Eleonora.** Auguste Charlois azonosította 1893-ban, amikor az év során talált 27 kisbolygóból 24 az ő felfedezése volt. A 4,68 éves keringési idejű, 155 km átmérőjű égitestnek 1968 óta ez a legkedvezőbb láthatósága, 25-ei szembenállásakor fényessége eléri a 9,6 magnitúdót, miközben a Cancer csillagkép déli részén mozog északnyugat felé.

**(532) Herculina.** Ez a legkésőbb megtalált 200 km-nél is nagyobb kisbolygó, amely nagy, 16 fokok pályahajlása miatt rejtőzhetett el 1904-ig a csillagászok szeme elől. Márciusi szembenállása nagyon szerencsés helyzetben következik be, alig egy hónappal napközelsége előtt. Januárban még előretartó mozgást végez a Coma Berenices délnyugati sarkában, fényessége 10,0 és 9,4 magnitúdó között növekszik. A csillagkép fényes galaxisai közt haladva több látványos együttállása is lesz, 8/9-én az M98-at közelíti meg 36 ívpercre, 21-én és 22-én a 12 magnitúdós NGC 4340 és 4350 jelű galaxisoktól 25 ívpercre látható, 29-én hajnalban pedig az M85-től 12 ívperccel keletre kell keresni.

## A Titan fogatkozása január 1-jén

A 2009-es Szaturnusz-gyűrűátfordulás utolsó látványos jelenségének lehetünk tanúi az év legelső napján. Többször láthattuk 2009 utolsó hónapjaiban a hajnali égen, amint a gyűrűs bolygó legfényesebb, Titan nevű holdja kilép a Szaturnusz árnyékából. Hol-



*A Titan fogatkozása január 1-jén*

dunk esetében megszokott a holdfogyatkozás, azonban a Szaturnusznál erre csak 15 évente kerül sor, amikor a gyűrűk élükről látszanak. A néhány hónapos időszak elég szerencsétlenül szokott alakulni, mivel a Titan keringési ideje 15 nap 22,7 óra, így egy adott földrajzi helyről ugyanazok a jelenségek látszanak 16 naponként. Sajnos idén a Naphoz közel, hajnalban, alacsony horizont feletti magasságnál látszanak ezek a jelenségek, január 1-jén kevéssel éjfél után (23:50 UT-kor) 14 fokok horizont feletti magasságnál figyelhetjük meg, amint a hold lassan, valószínűleg 10–15 perc alatt fényesedik

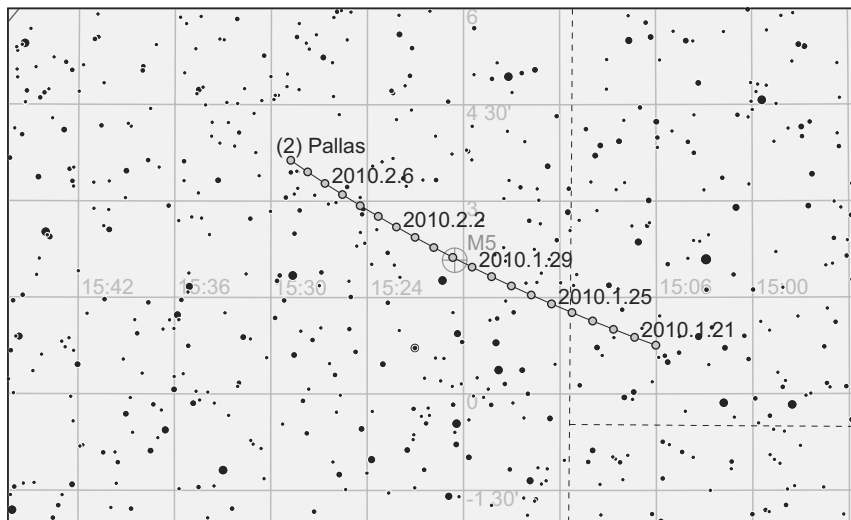
ki. A hold a Szaturnusz északi pólusának árnyékából lép ki, ezért az előrejelzés elég bizonytalan. A teljes fényességében 8,6 magnitúdós Titan megpillantására 23:30–0:30 UT között bármikor lehet esély.

### Január 29–30.: a (2) Pallas kisbolygó elhalad az M5 gömbhalmaz előtt

Az 500 km-nél nagyobb, ellipszoid alakú (2) Pallas a legnagyobb kisbolygók egyike. Fényessége általában 9<sup>m</sup> körül alakul, ezért kisebb műszerekkel is jól észlelhető. Január végén még a hajnali égbolton látható, s eközben megközelíti az M5 jelű gömbhalmazt. Már 29-én is 12'-re délnyugat felé észlelhetjük a kisbolygót a halmaztól, igazán izgalmas látványban másnap részesülhetünk. Az aprócska Pallas alig 5'-re lesz a centrumtól ÉK-i irányban, az égitestpárost 10 fok magasságban figyelhetjük meg. Az idő előrehaladtával szögtávolságuk nőni fog. Az együttállás tőlünk keletebbre még izgalmasabb, mivel az aszteroida néhány órával korábban éppen telibe találja az akkor tőlünk még a horizont alatt lévő gömbhalmazt.

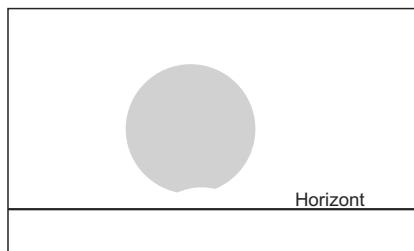
### Gyűrűs napfogyatkozás január 15-én

Az év első fogyatkozása gyűrűs napfogyatkozás, mely a hajnali-reggeli órákban zajlik. Sajnos Magyarországról a jelenség a legvégső negyed órát kivéve nem figyelhető meg. Napkeltekor a Hold korongja ugyanis éppen levonulóban van a napkorongról, így szeren-



Január 29–30.: a (2) Pallas kisbolygó elhalad az M5 gömbhalmaz előtt.





*Január 15-én csorbult napkorong kel fel hazánkból nézve.*

csés időjárás esetén a legalsó részén enyhén csorbult Nap felkelésében lehet részünk. Az antiumbra Afrika szívéből indul, Csád és a Közép-Afrikai Köztársaság területéről. Átszeli az Indiai-óceán északi felét, érinti India délkeleti partjait, Srí Lanka északi részét, majd átvág Burmán és Kína délkeleti régióin. Részleges napfogyatkozást látni Afrika legnagyobb részén – a nyugati részt leszámítva –, a Közel-Keleten, Ázsia középső, keleti és déli területein.

A félárnyék először 4:05:26-kor érinti a földfelszínt. Az antiumbra 5:13:54-kor

kezdi meg útját Afrikában. A fogyatkozás maximumára 7:06:31-kor kerül sor  $66,4^\circ$ -os napállás mellett. Itt a gyűrűs fázis rendkívül hosszú, 11 perc 7,8 másodpercig tart. Az antiumbra 333,2 km széles, és körülbelül 350 km-re nyugatra van a Maldív-szigetektől. A fogyatkozás nagysága 0,919. Az antiumbra 8:59:01-kor válik el a Föld felszínéről, Pekingtől délkeletre a tengerpart sávjában. A félárnyék 10:07:33-kor hagyja el bolygónkat.

A Nap–Hold páros a Nyilas csillagkép keleti felében tartózkodik. A Hold 1,77 nap múlva lesz földtávolban, így látszó mérete jóval kisebb az átlagosnál:  $29,48'$ . A Föld alig 13 napja volt napközben, a Nap jóval nagyobbak látszik az átlagosnál, látszó átmérője  $32,52'$ . A kettő különbsége  $3,04'$  – ez magyarázza a kivételesen hosszú gyűrűs fázist. Az elkövetkező ezer évben nem lesz ilyen hosszú gyűrűs napfogyatkozás!

Ez a fogyatkozás a 141-es Szárosz-sorozat 23. napfogyatkozása a 70-ből.

## A Mars földközelen

A Mars január 27-én kerül földközelpontba, ekkor mintegy 90 millió kilométerre lesz bolygónktól. Bár ez a lehető legkedvezőtlenebb oppozíció, mégis érdemes távcsővel nyomon követni. A bolygó látszó átmérője ekkor is csak  $14,1''$  lesz, de szerencsére magasan a horizont fölött delel. Ez nagyon fontos, mert az apró korongon lényegesen könnyebben figyelhetjük meg a felszín alakzatait. Korongján legfeltűnőbb a pólussapkka, amely már kisebb távcsövekben is viszonylag könnyen megfigyelhető. Mostani láthatósága során az északi pólusvidékre láthatunk rá. Oppozíciója után látszó mérete csökkenni kezd, egy hónap múltán már csak  $12,3''$  lesz. Fényessége január végén  $-1,3$  magnitúdó, így az égbolton feltűnően ragyogó égitestet bárki könnyen megtalálhatja. Narancsos színe alapján azonosítása egyszerű. Távcöves megfigyelése bátran ajánlható, a vizuális és digitális észlelőknek egyaránt.

## A Hold csillagfedései

Dátum		UT			J	Csillag		Hold		C	PA	A m/o	B m/o	m/o
hó nap	h	m	s	ZC No		név	m	fázis	h					
1	1	21	57	39	ki	1193 85 Gem	5,4	98 – 54	129 74	É	301	+1,3	-0,3	
1	2	2	53	13	ki	1217	6,2	98 – 45	245 83	D	280	+1,0	-1,3	
1	2	19	27	17	ki	1323 54 Cnc	6,4	94 – 18	87 89	É	291	+0,3	+0,8	
1	3	23	17	12	ki	1458	5,9	86 – 40	128 33	É	351	+0,5	-2,4	
1	4	0	53	16	ki	1465	6,1	85 – 49	159 76	D	279	+1,6	+0,1	
1	4	0	59	55	be	1468 $\pi$ Leo	4,7	85 – 49	161 -69	D	135	+1,1	-1,0	
1	4	2	10	29	ki	1468 $\pi$ Leo	4,7	85 – 50	188 88	D	292	+1,5	-0,8	
1	5	1	15	27	ki	118558	7,4	76 – 41	152 68	É	318	+1,0	-0,8	
1	6	1	32	40	ki	138384 <sup>1</sup>	7,7	65 – 32	146 37	D	242	+2,6	+3,0	
1	6	5	52	8	ki	1713	5,6	64 – 29	221 84	É	301	+1,1	-1,5	
1	11	4	51	48	ki	184209	7,7	15 – 8	144 51	D	237	+1,9	+2,1	
1	12	5	4	19	ki	2458	6,3	9 – 3	136 81	É	279	+0,9	+1,2	
1	17	17	17	2	be	3165	7,3	5 + 4	248 43	É	19	-0,1	+1,0	
1	18	13	36	54	be	3269 $\theta$ Aqr	4,2	9 + 35	188 25	D	129	+5,5	-4,5	
1	18	17	38	30	be	146051	8,4	10 + 11	248 73	É	47	+0,3	-0,1	
1	20	15	58	23	be	3501 19 Psc	5,0	23 + 42	210 56	É	30	+0,9	+1,4	
1	20	17	8	44	ki	3501 19 Psc	5,0	23 + 35	230 -71	É	263	+1,4	-1,0	
1	23	15	42	0	be	311	6,6	52 + 58	153 41	É	21	+0,6	+2,9	
1	23	21	41	2	be	336 AD Ari	7,4	54 + 25	271 21	D	140	-0,1	-4,6	
1	24	15	57	19	be	75705	7,8	62 + 58	135 84	D	81	+1,5	+1,1	
1	24	16	54	0	be	75715	7,3	63 + 63	160 28	D	137	+3,2	-3,7	
1	24	20	41	44	be	461	7,2	64 + 45	251 30	D	136	+0,8	-4,0	
1	24	20	53	18	be	75777	7,6	64 + 44	254 88	É	74	+1,1	-0,7	
1	25	17	38	43	be	598 36 Tau	5,5	73 + 65	152 36	D	134	+2,3	-2,4	
1	27	16	34	40	be	78038	7,4	90 + 39	96 26	D	156	+1,8	-2,4	
1	27	17	36	13	be	936 5 Gem	5,8	91 + 49	109 27	D	156	+1,9	-2,9	
1	27	21	34	47	be	78236	7,6	91 + 64	212 64	É	68	+1,8	+0,5	
1	27	23	59	38	be	78336	7,7	92 + 45	257 59	É	63	+1,4	-0,4	
1	28	17	11	24	be	1102 79216	7,0	96 + 33	93 32	D	155	+1,2	-1,5	
1	28	18	58	31	be	1110 $\delta$ Gem	3,5	97 + 50	116 81	D	107	+1,2	+0,4	
1	28	20	9	12	ki	1110 $\delta$ Gem	3,5	97 + 60	139 -87	É	280	+1,5	+0,2	
1	28	22	26	0	be	1125	6,5	97 + 63	204 83	D	104	+1,5	-0,8	
1	28	22	54	41	be	1129 63 Gem	5,3	97 + 60	217 81	D	106	+1,3	-1,1	
1	28	23	15	51	be	79410	7,2	97 + 58	225 65	É	72	+1,8	+0,0	
1	31	0	45	52	ki	1409 $\chi$ Leo	5,0	99 – 51	208 62	É	334	+0,6	-2,1	
1	31	4	44	12	be	1428 $\alpha$ Leo	3,5	99 – 17	266 -65	É	101	+0,3	-1,5	
1	31	5	35	39	ki	1428 $\alpha$ Leo	3,5	99 – 9	275 82	É	313	-0,1	-1,7	
1	31	21	42	30	ki	1519	6,5	96 – 36	127 84	É	307	+0,9	-0,1	

<sup>1</sup> AB m1 = 8<sup>m</sup>5, m2 = 8<sup>m</sup>5, sep = 0,8'', PA = 63

## Évforduló

### 50 éve, 1960. január 5-én hunyt el Parenago, a híres orosz csillagász

Parenago, Pavel Petrovics, orosz csillagász (1906. március 20., Jekatyerinodar – 1960. január 5., Moszkva), a moszkvai asztrofizikai iskola megteremtője. Már tizenévesen rendszeresen végez csillagászati megfigyeléseket egy binokulárral, 1921-től változócsillagok vizuális fényességbecslésével is foglalkozik. Tanulmányait 1929-ben fejezi be a Moszkvai Állami Egyetemen (MGU), de már ezt megelőzően előbb az egyetem Asztrofizikai Intézetének (1925), majd a Csillagászati-geodéziai Intézetének munkatársa lesz (1927). E két intézet összevonásával hozták létre 1931-ben a ma is működő Sternberg Asztrofizikai Intézetet (GAIS), melynek 1932-től a főmunkatársa. Ebben az évben kezdi



*Pavel Petrovics Parenago (1906–1960)*

meg a Tejútrendszer felépítésének és kinematikájának kutatását, elsősorban a változócsillagok vizsgálatán keresztül, meghatározva sajátmozgásukat és éves parallaxisukat is. A Szovjetunióban elsőként kezdi meg a „csillagok asztrofizikája” kurzus oktatását, tankönyveket ír, majd 1935-ben belekezd élete legfontosabb munkájába, a csillagok minden fontos paraméterét tartalmazó csillagkatalógus összeállításába. Mélyrehatóan tanulmányozta a Hertzsprung–Russell-diagram szerkezetét, tulajdonságait (ezt a munkát élete végéig folytatta, és e témában számtalan előadást tartott konferenciákon), több fontos felismerés fűződik a nevéhez. Munkájának és közreműködésének köszönhetően 1940-ben megalakul a Moszkvai Állami Egyetem Asztrofizikai Tanszéke, melynek élete végéig a tanszék-vezetője lesz. Ugyanebben az évben kezdi el Kukarkinnal közösen az összes akkor ismert változócsillag kartertek-rendszerben történő katalogizálását, amellyel 1946-ra

végeznek, és 1948-ban sikerül kiadniuk a Változócsillagok Általános Katalógusát (Obscsij Katalog Peremennüh Zvjozd, General Catalogue of Variable Stars). Ez később négy újabb nyomtatott kiadást ért meg, ma pedig elektronikus formában használatos. Munkásságáért több kitüntetésben is részesült, 1953-ban a Szovjetunió Tudományos Akadémiája tagjává választják. Tudományos közleményeinek jegyzéke több mint 300 tételt tartalmaz. Emlékére a Holden egy 93 km-es krátert neveztek el (25,9 N, 108,5 W), illetve nevét viseli a (2482) Parenago kisbolygó. Életét, munkájának értékét a mai napig példaként emlegetik annak bizonyítására, hogy nagy mennyiségű, jó minőségű megfigyelési adat nélkül az elméletek semmit sem érnek. Kiváló szervező és figyelemre méltó tudós volt, munkássága egy egész csillagász-generáció felnevelésén keresztül él tovább. Soha nem szakította meg a kapcsolatot az amatőrcsillagászokkal sem, szívesen tartott ismeretterjesztő előadásokat, és számos népszerűsítő cikket, könyvet írt.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
3	18:30,9	Europa	mk
5	17:25,3	Europa	áv
6	15:52,4	Callisto	ev
7	16:47,8	Io	ek
	17:39,2	Io	ák
8	17: 5,2	Io	fv
12	17:10,0	Europa	ák
	18:28,1	Europa	ev
13	17:57,3	Ganymedes	mk
15	15:57,5	Io	mk
16	16:20,1	Io	áv
21	17:44,4	Europa	fv
22	17:59,5	Io	mk
23	17:38,8	Io	ev
24	16:28,4	Ganymedes	ev
28	16:24,0	Europa	mk
30	17:23,1	Io	ek
31	17:20,3	Io	fv
	17:21,3	Ganymedes	ek

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

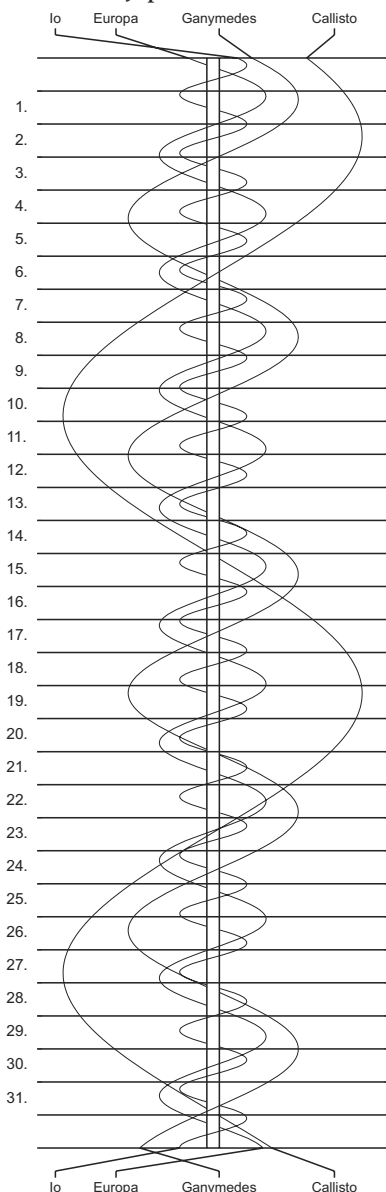
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

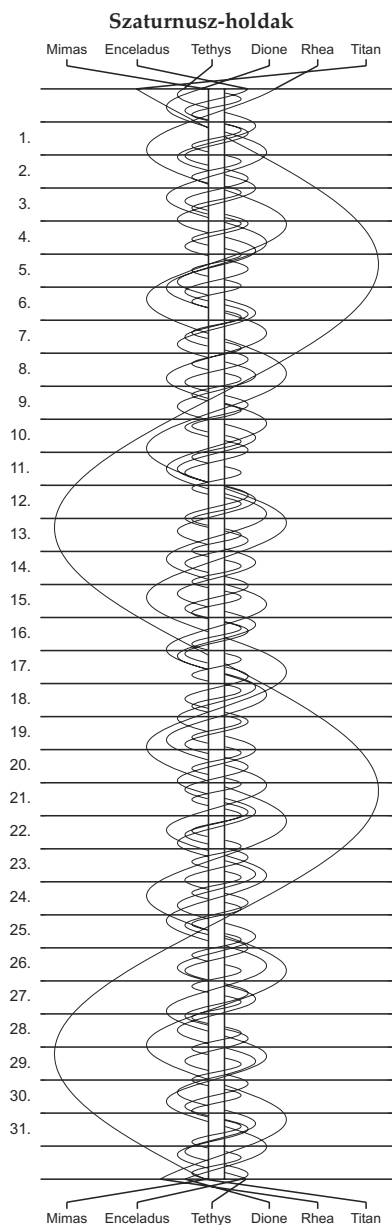
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

## Jupiter-holdak





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – február**

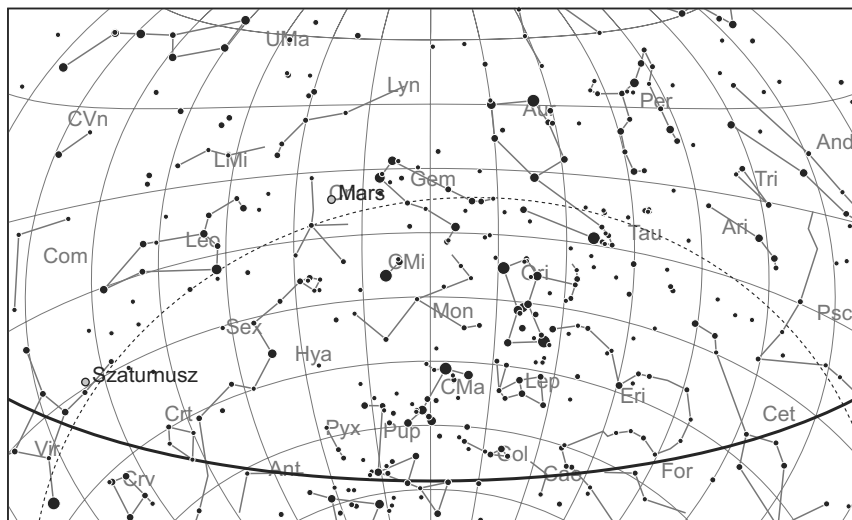
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
6. hét									
1. h 32.	7 10	11 57	16 45	25,5	−13,5	20 06	1 28	7 58	☉ 0 48
2. k 33.	7 09	11 57	16 47	25,8	−13,7	21 27	2 20	8 19	
3. sz 34.	7 07	11 57	16 48	26,1	−13,8	22 45	3 10	8 41	
4. cs 35.	7 06	11 58	16 50	26,4	−13,9	–	4 00	9 04	
5. p 36.	7 05	11 58	16 51	26,6	−14,0	0 02	4 51	9 31	
6. sz 37.	7 03	11 58	16 53	26,9	−14,1	1 16	5 42	10 03	
7. v 38.	7 02	11 58	16 54	27,3	−14,1	2 24	6 35	10 41	
7. hét									
8. h 39.	7 00	11 58	16 56	27,6	−14,2	3 25	7 27	11 28	☿ 3 51
9. k 40.	6 59	11 58	16 58	27,9	−14,2	4 17	8 19	12 23	
10. sz 41.	6 57	11 58	16 59	28,2	−14,2	4 59	9 09	13 24	
11. cs 42.	6 56	11 58	17 01	28,6	−14,3	5 33	9 57	14 28	
12. p 43.	6 54	11 58	17 02	28,9	−14,3	6 00	10 43	15 33	
13. sz 44.	6 53	11 58	17 04	29,2	−14,2	6 23	11 26	16 39	
14. v 45.	6 51	11 58	17 05	29,6	−14,2	6 42	12 07	17 44	
8. hét									
15. h 46.	6 49	11 58	17 07	29,9	−14,2	7 00	12 48	18 48	☿ 1 42
16. k 47.	6 48	11 58	17 09	30,2	−14,1	7 16	13 28	19 53	
17. sz 48.	6 46	11 58	17 10	30,6	−14,1	7 34	14 09	20 59	
18. cs 49.	6 44	11 58	17 12	30,9	−14,0	7 52	14 52	22 06	
19. p 50.	6 42	11 57	17 13	31,3	−13,9	8 13	15 38	23 16	
20. sz 51.	6 41	11 57	17 15	31,6	−13,8	8 39	16 27	–	
21. v 52.	6 39	11 57	17 16	32,0	−13,7	9 12	17 19	0 27	
9. hét									
22. h 53.	6 37	11 57	17 18	32,4	−13,6	9 55	18 16	1 37	☉ 17 38
23. k 54.	6 35	11 57	17 19	32,7	−13,4	10 50	19 16	2 42	
24. sz 55.	6 34	11 57	17 21	33,1	−13,3	11 58	20 17	3 38	
25. cs 56.	6 32	11 57	17 22	33,5	−13,2	13 17	21 17	4 25	
26. p 57.	6 30	11 57	17 24	33,9	−13,0	14 41	22 15	5 02	
27. sz 58.	6 28	11 56	17 26	34,2	−12,8	16 07	23 10	5 31	
28. v 59.	6 26	11 56	17 27	34,6	−12,6	17 32	–	5 57	

## február

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 229	8 44 22	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 455 230	8 48 19	Karolina, Aida, Johanna, Mária
3.	2 455 231	8 52 15	Balázs, Oszkár
4.	2 455 232	8 56 12	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
5.	2 455 233	9 00 08	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos
6.	2 455 234	9 04 05	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 455 235	9 08 01	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 455 236	9 11 58	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 455 237	9 15 55	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
10.	2 455 238	9 19 51	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 455 239	9 23 48	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
12.	2 455 240	9 27 44	Livia, Lídia, Lilla
13.	2 455 241	9 31 41	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 455 242	9 35 37	Bálint, Valentin
15.	2 455 243	9 39 34	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 455 244	9 43 30	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
17.	2 455 245	9 47 27	Donát, Alex, Elek
18.	2 455 246	9 51 24	Bernadett, Simon
19.	2 455 247	9 55 20	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
20.	2 455 248	9 59 17	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 455 249	0 03 13	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 455 250	0 07 10	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 455 251	0 11 06	Alfréd, Ottó, Péter
24.	2 455 252	0 15 03	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
25.	2 455 253	0 18 59	Géza, Vanda
26.	2 455 254	0 22 56	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
27.	2 455 255	0 26 53	Ákos, Bátor, Antigoné, Gábor, László
28.	2 455 256	0 30 49	Elemér, Antónia

14. A kínai naptár 4647. évének kezdete



A déli égbolt február 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap elején egy és negyed órával kel a Nap előtt. Eddig sem kedvező láthatósága fokozatosan romlik. 20-ára elvész a napkelte fényében.

**Vénusz:** A hónap közepén már látható az esti égen, közvetlenül a napnyugtát követően. A hónap végén már egy órával a Nap után nyugszik, az esti égbolt ragyogó égiteste. Fényessége  $-3^m9$ , átmérője  $9,8''$ -ről  $10''$ -re nő, fázisa 0,997-ről 0,98-ra csökken.

**Mars:** Hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Egész éjszaka látható, mint feltűnő vöröses színű égitest, napkelte előtt nyugszik. Fényessége  $-1^m3$ -ról  $-0^m7$ -ra, átmérője  $14,1''$ -ről  $12,2''$ -re csökken.

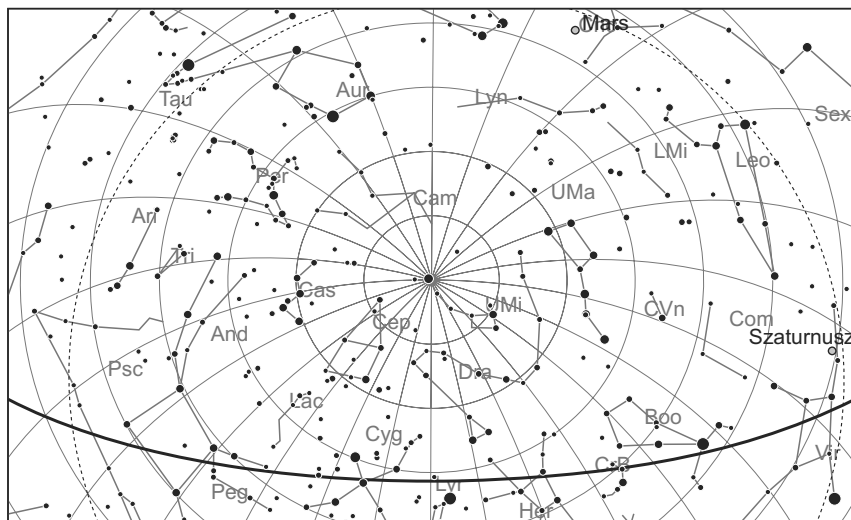
**Jupiter:** A hónap elején még kereshető napnyugta után a Vízöntő csillagképben a délkeleti ég alján, de láthatósága rohamosan romlik. 28-án kerül együttállásba a Nappal. Fényessége  $-2^m0$ , átmérője  $33''$ .

**Szaturnusz:** Hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagy részében látható. Fényessége  $0^m7$ , átmérője  $19''$ .

**Uránusz:** A hónap első felében még megkereshető sötétedés után a Halak csillagképben. Kora este nyugszik.

**Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 15-én együttállásban a Nappal.





*Az északi égbolt február 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

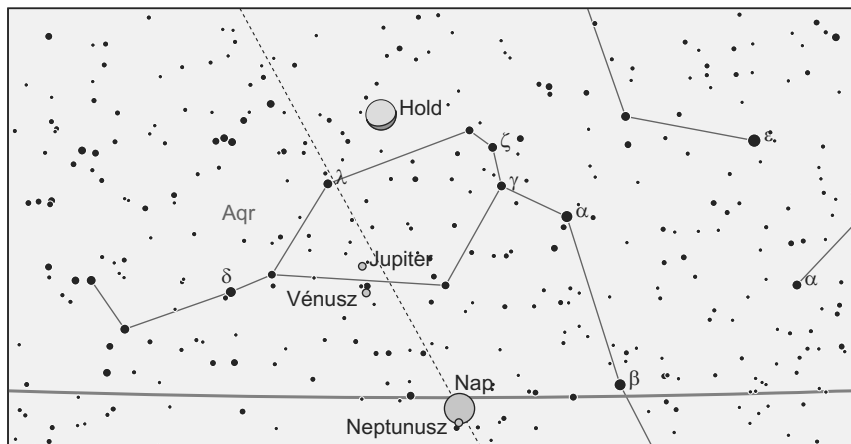
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

02.04.	0:29	Hold északi librációja ( $b = 6,80^\circ$ )
02.04.	22:43	Hold maximális librációja ( $l = 7,70^\circ$ , $b = 6,64^\circ$ )
02.05.	4:56	A Mars $3,0^\circ$ -ra az M44 jelű nyílthalmaztól (Cancer csillagkép)
02.05.	14:36	Hold keleti librációja ( $l = 7,80^\circ$ )
02.05.	23:48	Utolsó negyed (Hold a Libra csillagképben)
02.07.	2:16	A Hold súrolva elfedi a 2 Scorpii kettőscsillagot a déli pereme mentén ( $4^m5/7^m0$ , $2,0''$ társ, 38,8%-os csökkenő holdfázis)
02.07.	3:18	A Hold mögül kilép a 3 Scorpii ( $5^m9$ , 38,4%-os csökkenő holdfázis)
02.08.	7:19	A Hold eléri legkisebb deklinációját $-26,6^\circ$ -nál (27,5%-os csökkenő holdfázis)
02.12.	5:23	45 óra 28 perces holdsarló $2,6^\circ$ magasan a hajnali égen (a Merkúr tőle $1,5^\circ$ -ra délre)
02.13.	2:24	Hold földtávolban (földtávolság: 406 531 km, látszó átmérő: $29'24''$ , 0,9%-os csökkenő holdfázis)
02.14.	2:51	Újhold (Hold a Capricornus csillagképben)
02.14.	22:05	A (128) Nemesis kisbolygó ( $12^m2$ ) elfedi a TYC 1855-00853-1-et ( $11^m6$ )
02.14.	23:19	Neptunusz együttállásban a Nappal ( $25'20''$ -re a Naptól)
02.15.	16:39	37 óra 48 perces holdsarló $10,3^\circ$ magasan az esti égen (Jupiter és Vénusz tőle $8,0^\circ$ -ra és $8,5^\circ$ -ra délnyugatra)
02.16.	16:43	A Hold mögé belép a 16 Piscium ( $5^m7$ , 6,1%-os növekvő holdfázis)

**Dátum Időpont Esemény**

02.16.	17:16	A 6,2%-os növekvő fázisú Holdtól 5°6'-re délre az Uránusz
02.17.	16:42	A Vénusztól (−3 <sup>m</sup> 9) 47'26" távolságra a Jupiter (−2 <sup>m</sup> 1) a Naptól 8,7°-os elongációban
02.18.	15:43	Hold déli librációja ( $b = -6,70^\circ$ )
02.20.	23:06	A Hold mögé belép az $\epsilon$ Ari (4 <sup>m</sup> 7 kettőscsillag, 38,8%-os növekvő holdfázis)
02.21.	12:54	Hold nyugati librációja ( $l = -7,38^\circ$ )
02.21.	19:25	A 47,6%-os növekvő fázisú holdkorong peremétől a Merope (23 Tau, Fiastyúk halmaztag, 4 <sup>m</sup> 2) 5'24"-re
02.21.	19:47	A 47,8%-os növekvő fázisú Hold 0,3°-ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben
02.21.	20:23	A Hold mögé belép a 26 Tauri (6 <sup>m</sup> 5, 48,1%-os növekvő holdfázis)
02.22.	0:42	Első negyed (Hold a Taurus csillagképben)
02.22.	17:25	A Mars (−0 <sup>m</sup> 8, 12,7" átmérőjű) 12'58"-re megközelíti a $\lambda$ Cnc-t (6 <sup>m</sup> 0)
02.22.	21:11	A Mars (−0 <sup>m</sup> 8, 12,7" átmérőjű) 58"-re megközelíti a TYC 1928-1029-1-et (7 <sup>m</sup> 9)
02.23.	0:26	A Hold mögé belép a 98 Tauri (5 <sup>m</sup> 8, 60,7%-os növekvő holdfázis)
02.23.	16:33	Hold eléri legnagyobb deklinációját +25,1°-nál (67,9%-os növekvő holdfázis)
02.25.	20:02	A Hold mögé belép a 85 Geminorum (5 <sup>m</sup> 4, 88,1%-os növekvő holdfázis)
02.26.	17:18	A Hold mögé belép az 54 Cancri (6 <sup>m</sup> 4, 94,2%-os növekvő holdfázis)
02.26.	20:43	Hold minimális librációja ( $l = -2,23^\circ$ , $b = 2,56^\circ$ )
02.27.	21:46	Hold földközlelben (földtávolság: 357 838 km, látszó átmérő: 33'24", 99,0%-os növekvő holdfázis)
02.27.	23:35	A Hold mögé belép a $\pi$ Leonis (29 Leo, 4 <sup>m</sup> 7, 99,1%-os növekvő holdfázis)
02.28.	10:42	Jupiter együttállásban a Nappal (56'1"-re a Naptól)
02.28.	16:38	Telihold (Hold a Sextans csillagképben)



*A holdsarló, a Jupiter és a Vénusz együttállása február 15-én, az esti szürkületben*

## Üstökösök

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** Az észak felé mozgó 10 magnitúdós üstökös február 2-án éri el földközelpontját 2,193 CSE távolságban. A Bootesban egész éjszaka megfigyelhető vándor február 9-én este 10 ívpercre megközelíti az NGC 5784 jelű 13 magnitúdós galaxist, a hónap végétől pedig már cirkumpoláris égitestként láthatjuk. Érdeemes felkeresni ezt az Oort-felhőből érkező, tehát a belső Naprendszerben most először járó üstököst, mivel következő visszatérése 690 ezer év múlva várható.

**C/2009 K5 (McNaught).** Robert McNaught 49. üstököse volt ez a 2009. május 27-én felfedezett vándor, amely akkor még 4,4 CSE-re volt a Naptól. Az ekliptikára majdnem merőlegesen haladó üstökös ekkor még mélyen a déli égen volt, de mire idén áprilisban eléri napközelpontját már cirkumpoláris égitestként figyelhetjük meg. Mivel a felfedezés csak néhány nappal évkönyvünk kéziratának leadása előtt történt, a várható fényesség még nagyon bizonytalan. Annyi azonban biztosnak látszik, hogy a tavaszi hónapokban binokulárral is látható lesz a hajnali égen. Ebben a hónapban még alacsonyan látszik a pirkadati égen a Sagittarius, majd a kicsiny Scutum csillagképben, fényessége valahol 10–12 magnitúdó között alakul. A hónap folyamán több nyílt-halmazt is megközelít, 1-jén hajnalban 23 ívperccel délkeletre lesz az M24-től, 22-én hajnalban 20 ívperccel északra látható az M26-től, majd 27-én hajnalban 20 ívpercre megközelíti az M11-et.

C/2009 K5 (McNaught)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
02.01.	18 19 54	−18 29 54	2,569	1,884	37	11,8
02.06.	18 26 07	−16 37 18	2,466	1,841	41	11,6
02.11.	18 32 21	−14 33 25	2,360	1,799	45	11,4
02.16.	18 38 34	−12 16 22	2,251	1,758	48	11,2
02.21.	18 44 47	−09 43 58	2,141	1,719	52	11,0
02.26.	18 51 02	−06 53 36	2,030	1,681	56	10,8
03.03.	18 57 20	−03 42 18	1,919	1,645	59	10,6
03.08.	19 03 42	−00 06 38	1,810	1,611	62	10,4
03.13.	19 10 12	+03 57 08	1,705	1,580	66	10,1
03.18.	19 16 52	+08 32 48	1,606	1,550	69	9,9
03.23.	19 23 47	+13 43 47	1,514	1,524	71	9,7
03.28.	19 31 03	+19 32 19	1,433	1,500	74	9,5
04.02.	19 38 50	+25 58 28	1,365	1,479	76	9,4
04.07.	19 47 21	+32 58 46	1,313	1,461	77	9,2
04.12.	19 56 56	+40 25 14	1,279	1,446	78	9,1
04.17.	20 08 07	+48 05 17	1,265	1,435	78	9,1
04.22.	20 21 50	+55 43 07	1,270	1,427	77	9,1
04.27.	20 39 45	+63 02 11	1,295	1,423	75	9,1
05.02.	21 05 16	+69 47 06	1,338	1,423	73	9,2
05.07.	21 45 55	+75 42 19	1,395	1,426	71	9,3
05.12.	22 59 33	+80 23 14	1,464	1,433	68	9,4

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
05.17.	01 12 44	+82 53 28	1,542	1,443	65	9,5
05.22.	03 41 40	+82 18 47	1,626	1,457	62	9,7
05.27.	05 11 41	+79 53 07	1,713	1,475	59	9,9
06.01.	05 59 47	+77 01 35	1,803	1,495	56	10,0
06.06.	06 28 34	+74 14 09	1,892	1,518	53	10,2
06.11.	06 47 55	+71 38 55	1,980	1,544	50	10,4
06.16.	07 02 06	+69 17 28	2,065	1,573	48	10,5
06.21.	07 13 11	+67 09 22	2,147	1,604	45	10,7
06.26.	07 22 15	+65 13 32	2,225	1,638	43	10,9
07.01.	07 29 56	+63 28 45	2,298	1,673	41	11,0
07.06.	07 36 35	+61 53 55	2,365	1,711	40	11,2
07.11.	07 42 28	+60 28 03	2,427	1,750	39	11,4
07.16.	07 47 42	+59 10 20	2,482	1,790	38	11,5
07.21.	07 52 24	+58 00 00	2,531	1,832	38	11,6
07.26.	07 56 38	+56 56 24	2,573	1,875	38	11,8
07.31.	08 00 25	+55 59 00	2,609	1,919	38	11,9
08.05.	08 03 47	+55 07 23	2,638	1,964	40	12,0
08.10.	08 06 46	+54 21 13	2,661	2,010	41	12,2
08.15.	08 09 19	+53 40 14	2,677	2,057	43	12,3
08.20.	08 11 27	+53 04 11	2,686	2,105	46	12,4
08.25.	08 13 07	+52 32 50	2,689	2,153	48	12,5
08.30.	08 14 19	+52 06 01	2,686	2,201	51	12,6

**C/2009 O2 (Catalina).** A Catalina Sky Survey fedezte fel 19,5 magnitúdós kisbolygóként, halvány kómáját csak több méteres távcsövek felvételein sikerült kimutatni. E sorok írásakor várható fényessége még igen bizonytalan, lehet, hogy ebben a hónapban csak 12–13 magnitúdós lesz, de a 10–11 magnitúdós fényesség sem elképzelhetetlen. A Földhöz és a Naphoz is gyorsan közeledő üstökös február elején tűnik fel a hajnali égen, az Altair közelében. Északkelet felé mozogva láthatósága gyorsan javul, és a hónap második felében már a Delphinus, majd a Vulpecula csillagképekben lesz megfigyelhető. Február 14-én hajnalban fél fokkal északnyugatra lesz látható a 11,5 magnitúdós NGC 6891 jelű planetáris ködtől.

**81P/Wild 2.** A Virgo csillagkép keleti felében egész éjszaka megfigyelhető üstökös február 22-én éri el napközelpontját, ám keleti stacionárius pontjához közeledve látszó mozgása egyre lassul. Míg február elején naponta fél fokot halad egünkön, a hónap végén napi elmozdulása már csak negyed fok lesz. Fényessége az előzetes számítások szerint átlépi a 10 magnitúdót, és a hónap végére akár 9,5 magnitúdóig is felfényesedhet. Február 10-én este 15 ívperccel északra lesz a 4,7 magnitúdós 74 Virginistől.

**169P/NEAT.** A hónap elején még néhány napig megfigyelhető lesz a Hydrában ez a gyorsan távolodó, és emiatt napi 0,1 magnitúdót halványuló üstökös. Fényessége a hónap elején 13, a végén már csak 15 magnitúdó körül várható.

C/2009 O2 (Catalina)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
02.01.	19 51 46	+06 53 02	1,973	1,210	29	12,3
02.06.	19 58 59	+08 57 02	1,857	1,139	31	11,9
02.11.	20 07 11	+11 19 39	1,734	1,068	34	11,5
02.16.	20 16 45	+14 05 00	1,606	1,000	36	11,0
02.21.	20 28 19	+17 18 12	1,472	0,934	39	10,5
02.26.	20 42 53	+21 05 15	1,336	0,873	41	10,0
03.03.	21 02 07	+25 32 01	1,201	0,817	42	9,5
03.08.	21 28 50	+30 40 29	1,072	0,769	44	9,0
03.13.	22 07 36	+36 17 23	0,957	0,731	44	8,5
03.18.	23 04 18	+41 29 35	0,868	0,706	44	8,2
03.23.	00 20 55	+44 22 07	0,816	0,694	44	8,0
03.28.	01 44 41	+43 01 39	0,813	0,698	44	8,0
04.02.	02 54 58	+37 58 12	0,857	0,717	45	8,2
04.07.	03 44 49	+31 28 52	0,938	0,749	45	8,6
04.12.	04 18 42	+25 14 22	1,044	0,792	46	9,1
04.17.	04 42 19	+19 50 35	1,164	0,844	45	9,6
04.22.	04 59 36	+15 19 52	1,290	0,903	44	10,1
04.27.	05 12 53	+11 34 01	1,417	0,967	43	10,6
05.02.	05 23 38	+08 23 29	1,542	1,034	42	11,1
05.07.	05 32 41	+05 40 04	1,662	1,103	40	11,5
05.12.	05 40 36	+03 17 17	1,778	1,174	39	11,9
05.17.	05 47 43	+01 10 06	1,889	1,246	37	12,3
05.22.	05 54 16	-00 45 17	1,993	1,319	36	12,7
05.27.	06 00 23	-02 31 47	2,091	1,392	35	13,0

## Kisbolygók

**(2) Pallas.** A Heinrich Olbers által 1802 márciusában felfedezett 582×556×500 km-es kisbolygó Pallasz Athéné, a tudományok, mesterségek, művészetek istennője után kapta nevét. Az új kisbolygó megihlette William Wollastont, aki 1803-ban egy új elemet azonosított, melyet ma palládiumként ismerünk. A kő-vas meteoritok csoportjába tartozó pallasitok viszont nem a kisbolygóról, hanem Peter Pallas német természettudósról kapták nevüket. A kisbolygó ebben a hónapban a Serpens csillagképben lesz látható, ahogy északkelet felé mozogva közelít stacionárius pontjához. A 9,3 és 9,0 magnitúdó között fényesedő égitest 18-án hajnalban 22 ívperccel délkeletre látszik a 13 magnitúdós NGC 5964 jelű galaxistól, 23-án hajnalban fél fokra megközelíti az  $\alpha$  Serpentist, 26-án hajnalban pedig a  $\lambda$  Serpentist.

**(4) Vesta.** Különleges felszíni összetétele miatt a legtöbbet vizsgált kisbolygó a Vesta. Nem csoda, hogy a 2007-ben felbocsátott Dawn kisbolygókutató szonda első célpontja is ez a kisbolygó lesz 2011 augusztusában. Bazaltos felszíne egyedülálló a kisbolygók között, hajdanán lávaömlések, esetleg vulkánkitörések is lehettek felszínén. A

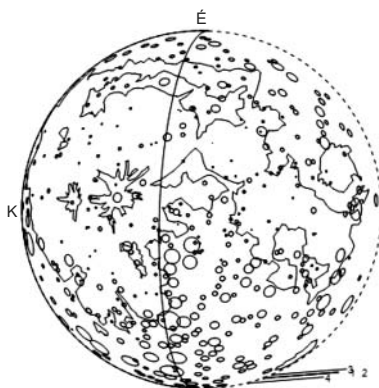
mai felszín legfeltűnőbb alakzata azonban egy gigantikus méretű, 460 km átmérőjű kráter, melynek keletkezésekor a kisbolygó eredeti tömegének 1%-át is elveszthette. A kirepülő törmelék könnyen eljuthatott a kisbolygó pályája közelben húzódó 3:1-es rezonanciaövezetbe, ahonnan viszont a Jupiter perturbációinak hatására a belső bolygók közé került. Nem véletlen, hogy a Vestát tekintjük a különleges HED meteoritok, korábbi osztályozással bazaltos akondritok forrásának. A nevezetes kisbolygó 18-án kerül szembenállásba a Nappal, a Leo nyakát formázó gamma Leonistól negyed fokkal nyugatra. Fényessége ekkor eléri a 6,1 magnitúdót, így fényszennyezéstől mentes, kiváló égen szabad szemmel is megpillanthatjuk. Szép távcsöves látványnak ígérkezik, amikor 16-án este áthalad a  $\gamma$  és a 40 Leonis csillagok között.

**(354) Eleonora.** A Cancer csillagkép nyugati felében lesz látható ez a 9,7 és 10,2 magnitúdó között halványodó kisbolygó. Nagy, 18 fokot is meghaladó pályahajlása miatt hátráló mozgása nem nyugati, hanem meredek, északi irányú. 8-án este néhány ívperccel északnyugatra látható a 6,3 magnitúdós 22 Cancritól, majd 20-án 19 UT-kor áthalad a 13,5 magnitúdós NGC 2507 jelű galaxis nyugati részén.

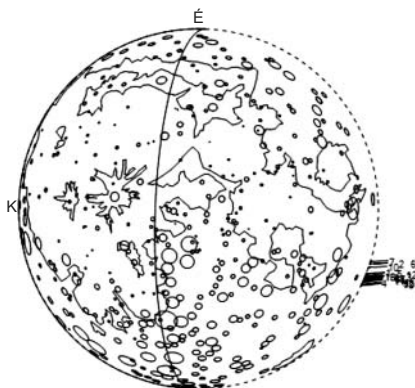
**(532) Herculina.** A Max Wolf által felfedezett 220–230 km átmérőjű kisbolygó a Coma Berenicesben eléri stacionárius pontját, de nagy pályahajlása miatt nagy ívben, szinte alig lassulva fordul a csillagkép nyugati felében. Fényessége 9,4 és 8,9 magnitúdó között növekszik, miközben 12-én este 10 ívperccel nyugatra láthatjuk az 5,7 magnitúdós 20 Coma Berenicestől, majd 21-én este elhalad két 14 magnitúdós galaxis, az egymástól 25 ívpercre látszó NGC 4455 és IC 791 között.

## Február 7-én hajnalban a Hold súrolva fedi a 2 Scorpii kettőscsillagot

Ezen a téli hajnalon két izgalmas csillagfedés történik. A Skorpió gazdag csillagasszociációjának két tagját, a 2 és 3 Scorpii-t takarja el égi kísérőnk. 02:16 UT-tól kezdődően a



A2 Sco kilépése a Hold mögül Debrecenből, Miskolcra és Nyíregyházáról február 7-én



A3 Sco kilépése a Hold mögül Magyarországon, egy-egy városából nézve február 7-én

2 Sco súroló fedése zajlik a Hold déli peremén, nagyobb részét az árnyékos oldalon. A jelenség csak az ország északkeleti részéből látható, nagyjából a Hatvan–Szolnok–Békcéscsaba vonalon következik be a súroló fedés. Ettől északra teljesen kísértőnk mögé kerül a csillag, a vonaltól délre élők számára viszont a csillag nem kerül a Hold mögé. A jelenség alig 6–8 fokos magasságban zajlik, ezért a jó horizont elengedhetetlen. A 4<sup>m</sup>5-s kettőscsillag társa 7<sup>m</sup>-s, mely alig 2"-re látható a főcsillagtól. Ezért a megfigyeléskor előfordulhat, hogy vagy csak a főcsillag, vagy csak a társ lesz takarásban, így nagyon érdekes fénymenet várható. Egy órával később, 03:18 UT-kor lép ki a sötét oldalon a 6<sup>m</sup>-s 3 Sco, a jelenség 12–13 fokos magasságban történik.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap		UT h m s			J	Csillag ZC No név m		Hold fázis h		C		PA	A m/o	B m/o	m/o
2	2	2	24	3	ki	1655	6,8	88 – 39	200	66	D	276	+1,7	–0,7	
2	2	5	34	3	ki	1670 87 Leo	4,8	88 – 16	247	74	D	284	+0,6	–1,6	
2	4	2	28	11	ki	1893	6,9	70 – 28	171	73	É	311	+1,2	–0,6	
2	4	2	31	59	ki	157775	7,6	70 – 28	173	46	D	251	+2,5	+0,9	
2	5	5	20	3	ki	2027 FR Vir	7,1	58 – 21	202	72	É	308	+1,4	–1,2	
2	6	3	44	39	ki	183079	7,7	48 – 19	166	64	D	260	+2,0	+0,7	
2	7	2	16	1	s	2268 <sup>1</sup> 2 Sco	4,5	39 – 5	137	7	D	198	+9,9	+9,9	
2	7	3	18	24	ki	2273 3 Sco	5,9	38 – 12	150	71	D	262	+1,6	+1,2	
2	16	16	42	57	be	3482 16 Psc	5,7	6 + 20	250	70	D	78	+0,7	–1,1	
2	16	17	22	34	be	128275	8,6	6 + 14	258	4	É	332	+9,9	+9,9	
2	16	18	0	35	be	128298	8,8	6 + 8	265	41	D	107	+0,3	–2,5	
2	18	18	32	47	be	92277	8,7	18 + 24	263	65	É	38	+0,7	+0,3	
2	18	18	52	16	be	92285	8,9	18 + 21	266	87	É	61	+0,5	–0,6	
2	19	18	53	17	be	92732	7,8	27 + 31	261	70	D	87	+0,7	–1,4	
2	20	23	5	56	be	X 54005 <sup>2</sup> ε Ari B	5,6	38 + 2	300	45	É	27	+0,3	+0,5	
2	20	23	5	58	be	440 <sup>3</sup> ε Ari A	4,7	38 + 2	300	45	É	27	+0,3	+0,5	
2	21	17	20	44	be	76103	7,9	46 + 64	211	62	É	49	+1,6	+1,4	
2	21	18	51	16	be	76175	8,2	47 + 52	244	89	D	78	+1,4	–0,6	
2	21	19	19	13	be	76189	7,0	47 + 48	251	72	É	59	+1,4	+0,0	
2	21	19	21	11	be	76198	7,8	47 + 48	252	84	É	71	+1,3	–0,5	
2	21	19	24	43	be	76202	7,8	47 + 47	252	80	D	87	+1,2	–1,1	
2	21	19	29	41	be	550	7,0	47 + 47	254	52	É	39	+1,5	+1,0	
2	21	19	59	30	be	556	5,4	47 + 42	260	29	D	138	+0,4	–3,6	
2	21	20	23	15	be	559 26 Tau	6,5	47 + 38	265	43	É	31	+1,5	+1,3	
2	21	20	30	57	be	564	6,2	47 + 37	266	86	É	73	+0,9	–0,9	
2	21	20	37	16	be	76231	8,1	47 + 36	268	31	É	18	+1,9	+3,0	
2	21	20	49	13	be	567	6,8	47 + 34	270	51	É	38	+1,2	+0,5	
2	23	0	25	53	be	743 98 Tau	5,8	60 + 10	297	57	É	52	+0,1	–0,5	
2	23	17	7	20	be	77485	7,9	68 + 64	143	48	D	131	+1,7	–1,4	
2	23	17	27	35	be	77513	7,5	68 + 66	152	85	É	85	+1,6	+0,6	

Dátum	UT	J	Csillag	Hold	C	PA	A	B	
hó nap	h m s		ZC No név m	fázis h			m/o	m/o	m/o
2 2	2 24 3	ki	1655	6,8	88 – 39	200 66	D 276	+1,7	-0,7
2 2	5 34 3	ki	1670 87 Leo	4,8	88 – 16	247 74	D 284	+0,6	-1,6
2 23	22 3 38	s	893	7,5	69 + 42	263 12	É 12	+9,9	+9,9
2 23	23 27 17	be	77769	7,2	70 + 28	277 85	D 96	+0,3	-1,4
2 24	0 6 28	be	77790	7,4	70 + 21	284 28	É 29	+1,7	+1,3
2 24	16 18 57	be	1036	6,5	78 + 48	109 64	D 121	+1,3	+0,0
2 24	16 43 34	be	78733	7,8	78 + 52	115 42	É 47	+1,0	+3,3
2 24	17 31 24	be	78758	7,5	78 + 58	130 44	D 141	+1,5	-1,5
2 24	17 56 24	be	78771	6,8	78 + 61	140 47	D 138	+1,5	-1,5
2 24	18 55 53	be	78802	7,9	79 + 66	168 75	É 80	+1,8	+0,6
2 24	22 17 14	be	78912	7,6	80 + 48	250 79	É 85	+1,2	-1,0
2 24	22 59 26	be	1059	6,9	80 + 41	259 13	D 173	-0,7	-3,9
2 25	20 1 47	be	1193 85 Gem	5,4	88 + 62	172 54	É 64	+2,1	+1,5
2 26	0 42 8	be	1217	6,2	89 + 31	264 70	É 80	+0,7	-1,2
2 26	17 18 12	be	1323 54 Cnc	6,4	94 + 33	104 81	D 110	+0,8	+0,6
2 27	1 20 59	be	98343	7,4	96 + 30	256 24	D 166	-0,1	-2,5
2 27	22 22 32	be	1465	6,1	99 + 51	184 64	D 117	+1,4	-0,9
2 27	23 35 23	be	1468 $\pi$ Leo	4,7	99 + 47	210 75	D 105	+1,4	-1,0

<sup>1</sup> AB m1 = 4<sup>m</sup>7 m2 = 7<sup>m</sup>1 sep = 2,0" PA = 268

<sup>2</sup> BA m1 = 5<sup>m</sup>6 m2 = 5<sup>m</sup>2 sep = 1,5" PA = 31

<sup>3</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>2 m2 = 5<sup>m</sup>6 sep = 1,5" PA = 211

## Évforduló

### 100 éve, 1910. február 3-án született Louis G. Henyey amerikai csillagász

Henyey, Louis George, amerikai csillagász (1910. február 3., McKees Rocks – 1970. február 18., Berkeley) emigráns magyar szülők gyermekeként látta meg a napvilágot Pennsylvániában. Végzős egyetemi hallgatóként már a Chicagói Egyetem Yerkes Observatóriumában dolgozott, asztrofizikus asszisztensként. Doktori fokozatát 1937-ben szerezte meg a reflexiós ködökről írott téziseivel, 1940–41-ben Guggenheim-ösztöndíjasként a Columbia Egyetemen tanulta Hans Bethétől a kvantummechanika asztrofizikai alkalmazásait. A világháború után Berkeley-ben, a Kaliforniai Egyetem Csillagászati tanszékén lesz egy kutatócsoport vezetője, amely a csillagfejlődést vizsgálja. Sok doktorandusz és poszt-doktori ösztöndíjas, valamint vendégkutató dolgozott az irányítása alatt. Munkáit megszakítva 1951–52-ben egy évet Princetonban töltött, ahol Neumann Jánossal dolgozott együtt a nemlineáris egyenletek numerikus megoldásával és a számítógépekkel foglalkozva. Kiemelkedő tudományos érdemei két fő területre összpontosulnak. Az egyik a csillagok szerkezetét leíró egyenletek automatikus megoldására kidolgozott módszere, amely alkalmazható az elektronikus számítógépekre, és a csillagok élettartamának és fizikai viszonyainak széles tartományára érvényes. A csillagszerkezet kiszámítása egy adott időpontban négy differenciálegyenlet általános





*Louis George Henyey (1910–1970)*

megoldását adó négy függvény meghatározását jelenti, a csillag centrumában és felszínén megadott 2-2 peremfeltétel mellett. Ahogyan Henyey módszerét röviden összefoglalta: „Ez egy iteratív eljárás, amely alapvetően Newtonnak, a függvények gyökének megtalálására kidolgozott módszerének többdimenziós általánosítása.” A módszer alapelveit az 1959-ben tette közzé, azonban a szakterület világa nemigen figyelt fel rá. Henyey rövid, tömör cikke nehezen érthető volt. Martin Schwarzschild felkérésére az IAU 1961-ben Berkeley-ben rendezett közgyűlésén tartott előadása után vált csak elismertté – ezután indult meg világszerte a módszere alapján kifejlesztett programok megírása. A csillagszerkezet és csillagfejlődés kutatásában áttörést hozó matematikai eljárást ma is Henyey-módszerként ismerjük. A másik fő eredménye a csillagfejlődés korai időszakára vonatkozó számítások elvégzése, amikor az energiatermelő folyamat a

gravitációs összehúzódás, illetve az átmeneti állapot, amikor a nukleáris energiatermelés kezd átvenni a vezető szerepet. Számításai 0,65–2,3 naptömeg között több tömegértéket foglaltak magukban, az egy naptömegű csillagok kontrakciós fázisára 30 millió évet kapott. Diákjai, doktoranduszai szeretettel emlékeztek róla, 20 éven át tartott előadásai jól felépítettek és briliánsak voltak. Diákjai „tigris” gúnyneven emlegették szigorú elvárásai és a vizsgákon tanúsított szenvedélyessége miatt. Mindezekon felül Henyey sok energiát szentelt tanszéki és egyéb intézeti és egyetemi ügyekre. Más területeket is támogatott, például a Hat Creek rádiócsillagászati obszervatórium alapítását, és a csillagászati tanszék vezetése mellett 5 éven át igazgatta a Leuschner Obszervatóriumot is. Legszebben egykori diákja, Peter H. Bodenheimer méltatta: „Kiváló tudós, akit sokkal jobban érdekelt mások segítése (szolgálat), mint saját tudományos karrierjének építgetése, valamint jobban izgatta a tudományos igényesség, mint a gyors publikálás.” Henyey emlékére egy 63 km-es krátert neveztek el a Hold túlsó oldalán (13,5 N, 151,6 W), valamint a (1365) Henyey kisbolygó is a nevét őrzi.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
6	16:30,0	Europa	ev
	17:16,4	Europa	áv
7	16:35,1	Io	mk
8	16:33,7	Io	áv
11	16:46,4	Ganymedes	fv
13	17: 0,6	Europa	ák

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

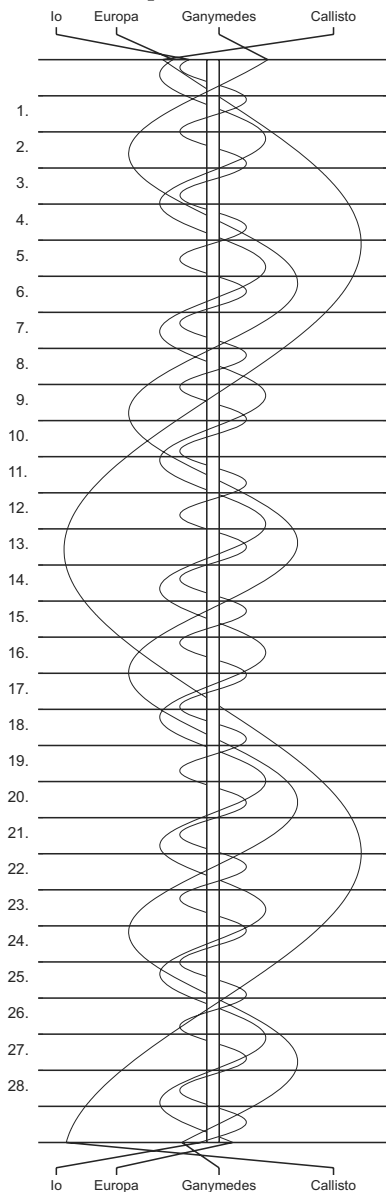
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

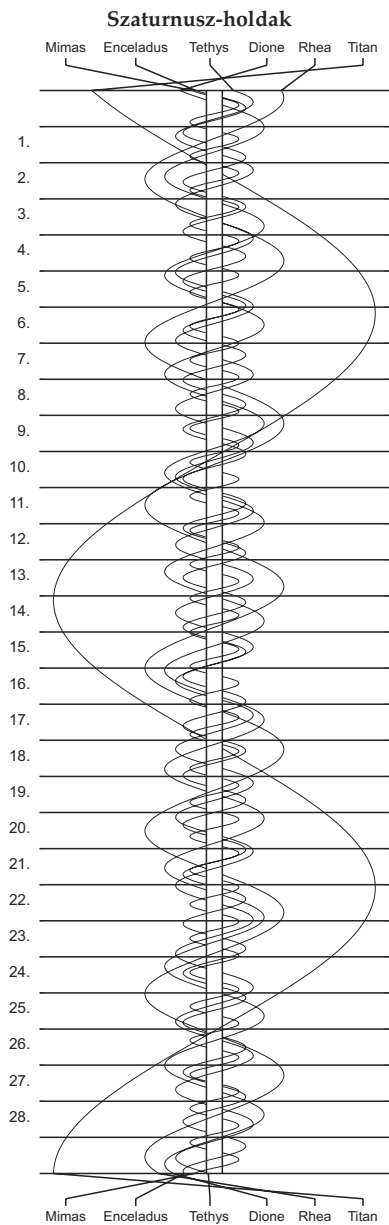
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

## Jupiter-holdak





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – március**

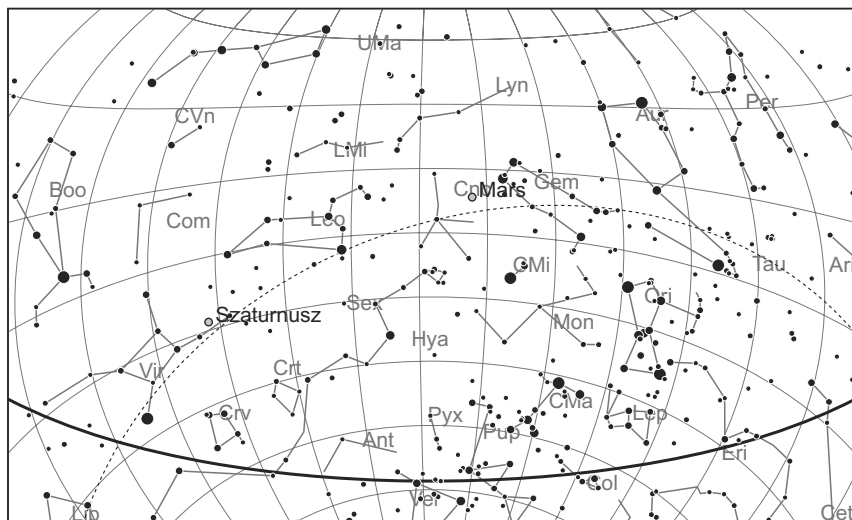
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
10. hét									
1. h 60.	6 24	11 56	17 29	35,0	−12,5	18 56	0 04	6 20	
2. k 61.	6 22	11 56	17 30	35,4	−12,3	20 18	0 56	6 42	
3. sz 62.	6 21	11 56	17 32	35,8	−12,1	21 38	1 48	7 05	
4. cs 63.	6 19	11 55	17 33	36,1	−11,8	22 56	2 40	7 32	
5. p 64.	6 17	11 55	17 34	36,5	−11,6	–	3 33	8 02	
6. sz 65.	6 15	11 55	17 36	36,9	−11,4	0 09	4 27	8 39	
7. v 66.	6 13	11 55	17 37	37,3	−11,2	1 15	5 20	9 24	☉ 16 42
11. hét									
8. h 67.	6 11	11 54	17 39	37,7	−10,9	2 11	6 13	10 17	
9. k 68.	6 09	11 54	17 40	38,1	−10,7	2 57	7 05	11 16	
10. sz 69.	6 07	11 54	17 42	38,5	−10,4	3 34	7 54	12 19	
11. cs 70.	6 05	11 54	17 43	38,9	−10,2	4 03	8 40	13 24	
12. p 71.	6 03	11 53	17 45	39,2	−9,9	4 27	9 24	14 29	
13. sz 72.	6 01	11 53	17 46	39,6	−9,6	4 48	10 06	15 34	
14. v 73.	5 59	11 53	17 48	40,0	−9,3	5 06	10 47	16 39	
12. hét									
15. h 74.	5 57	11 53	17 49	40,4	−9,1	5 24	11 28	17 44	☀ 22 01
16. k 75.	5 55	11 52	17 51	40,8	−8,8	5 41	12 09	18 50	
17. sz 76.	5 53	11 52	17 52	41,2	−8,5	5 59	12 51	19 57	
18. cs 77.	5 51	11 52	17 53	41,6	−8,2	6 20	13 36	21 07	
19. p 78.	5 49	11 51	17 55	42,0	−7,9	6 45	14 24	22 17	
20. sz 79.	5 47	11 51	17 56	42,4	−7,6	7 15	15 15	23 27	
21. v 80.	5 45	11 51	17 58	42,8	−7,3	7 54	16 10	–	
13. hét									
22. h 81.	5 43	11 51	17 59	43,2	−7,0	8 44	17 08	0 33	
23. k 82.	5 41	11 50	18 01	43,6	−6,7	9 46	18 07	1 31	☾ 12 00
24. sz 83.	5 39	11 50	18 02	44,0	−6,4	10 59	19 05	2 19	
25. cs 84.	5 37	11 50	18 03	44,4	−6,1	12 18	20 01	2 58	
26. p 85.	5 35	11 49	18 05	44,8	−5,8	13 39	20 56	3 30	
27. sz 86.	5 33	11 49	18 06	45,2	−5,5	15 02	21 49	3 56	
28. v 87.	5 31	11 49	18 08	45,5	−5,2	16 24	22 41	4 20	
14. hét									
29. h 88.	5 29	11 48	18 09	45,9	−4,9	17 46	23 32	4 42	
30. k 89.	5 27	11 48	18 10	46,3	−4,6	19 08	–	5 05	☾ 3 25
31. sz 90.	5 25	11 48	18 12	46,7	−4,3	20 28	0 25	5 30	

A nyári időszámítás kezdete március 28-án 2h KÖZEI-kor. A nyári időszámítás alatt – dőlt betűvel szedve – a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## március

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 257	0 34 46	Albin, Dávid
2.	2 455 258	0 38 42	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 455 259	0 42 39	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
4.	2 455 260	0 46 35	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 455 261	0 50 32	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
6.	2 455 262	0 54 28	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 455 263	0 58 25	Tamás
8.	2 455 264	1 02 22	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
9.	2 455 265	1 06 18	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 455 266	1 10 15	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11.	2 455 267	1 14 11	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea
12.	2 455 268	1 18 08	Gergely, Gergő, György
13.	2 455 269	1 22 04	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 455 270	1 26 01	Matild
15.	2 455 271	1 29 57	Nemzeti ünnep; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
16.	2 455 272	1 33 54	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 455 273	1 37 51	Gertrúd, Patrik, József
18.	2 455 274	1 41 47	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 455 275	1 45 44	József, Bánk
20.	2 455 276	1 49 40	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 455 277	1 53 37	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 455 278	1 57 33	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
23.	2 455 279	2 01 30	Emőke, Ottó
24.	2 455 280	2 05 26	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
25.	2 455 281	2 09 23	Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 455 282	2 13 20	Emánuel, Dusán, Leonóra
27.	2 455 283	2 17 16	Hajnalka, Augusztá, Augusztina, János, Lídia
28.	2 455 284	2 21 13	Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 455 285	2 25 09	Augusztá, Augusztina
30.	2 455 286	2 29 06	Zalán
31.	2 455 287	2 33 02	Árpád, Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia



A déli égbolt március 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében nincs megfigyelésre alkalmas helyzetben. 14-én felső együttállásban van a Nappal. Ezt követően hamar megjelenik az esti nyugati ég alján, a hónap végén már könnyen megtalálható. 31-én másfél órával nyugszik a Nap után. Az év folyamán ez a legkedvezőbb esti láthatósága.

**Vénusz:** Az esti égbolt feltűnő égiteste. A hónap elején egy, a végén egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m,9$ , átmérője  $10''$ -ről  $10,5''$ -re nő, fázisa  $0,98$ -ról  $0,95$ -re csökken.

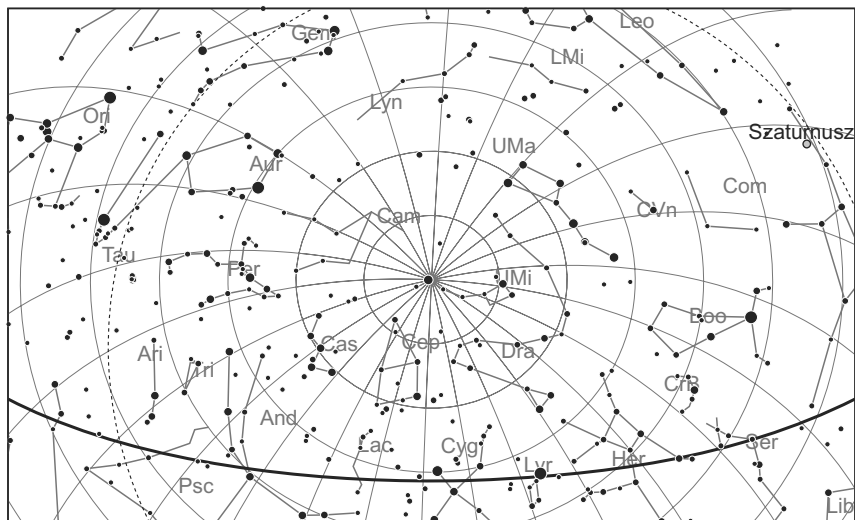
**Mars:** Kezdetben hátráló, majd 11-től előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Az éjszaka nagy részében látható, hajnalban nyugszik. Fényessége egyre csökken,  $-0^m,6$ -ról  $0^m,1$ -ra, átmérője pedig  $12,1''$ -ről  $9,3''$ -re zsugorodik.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hónap végén már kereshető a délkeleti horizont közelében, napkelte előtt fél órával. Fényessége  $-2^m,0$ , átmérője  $33''$ .

**Szaturnusz:** Folytatja hátráló mozgását a Szűz csillagképben. Egész éjszaka látható, 22-én szembenállásban van a Nappal. Fényessége  $0^m,5$ , átmérője  $20''$ .

**Uránusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 17-én együttállásban van a Nappal.

**Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.



Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 03.03. | 8:10  | Hold északi librációja ( $b = 6,66^\circ$ )   |
| 03.05. | 20:22 | Hold keleti librációja ( $l = 7,54^\circ$ )   |
| 03.07. | 1:07  | Az 56,1%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől az Antares ( $1^m0$ ) $17'6''$ -re                       |
| 03.07. | 15:42 | Utolsó negyed (Hold az Ophiuchus csillagképben)   |
| 03.08. | 4:20  | Hold eléri legkisebb deklinációját $-26,4^\circ$ -nál (44,8%-os csökkenő hold-fázis)                      |
| 03.08. | 17:45 | A (79) Eurynome kisbolygó ( $11^m4$ ) $0,9'$ -cel nyugatra az 14 Sex-től                                  |
| 03.09. | 4:06  | A 35,4%-os csökkenő fázisú Hold $32'$ -re megközelíti az M28 jelű gömbhalmazt a Sagittarius csillagképben |
| 03.12. | 10:16 | Hold földtávolban (földtávolság: 405 982 km, látszó átmérő: $29'26''$ , 10,5%-os csökkenő holdfázis)      |
| 03.12. | 17:51 | Kedvező időpont a Messier-maratonra   |
| 03.13. | 17:53 | Kedvező időpont a Messier-maratonra   |
| 03.14. | 4:29  | 40 óra 32 perces holdsarló $3,0^\circ$ magasan a hajnali égen   |
| 03.14. | 17:29 | Merkúr felső együttállásban a Nappal (Naptól $1,5^\circ$ -ra)   |
| 03.15. | 21:01 | Újhold (Hold a Pisces csillagképben)  |
| 03.16. | 17:21 | 20 óra 20 perces holdsarló $4,0^\circ$ magasan az esti égen (Vénusz tőle $8,7^\circ$ -kal keletre)        |
| 03.17. | 6:50  | Uránusz együttállásban a Nappal ( $43'6''$ -re a Naptól)  |

**Dátum Időpont Esemény**

03.17.	17:23	44 óra 22 perces holdsarló 14,2° magasan az esti égen (Vénusz töle 7,2°-kal délre)
03.17.	17:58	Hold déli librációja ( $b = -6,57^\circ$ )
03.17.	19:16	A Szaturnusz (0,5 mag) 8'24"-re megközelíti a 10 Vir-t ( $6^m0$ )
03.19.	18:02	Kedvező időpont a Messier-maratonra
03.19.	20:46	A Hold mögé belép a $\mu$ Arietis (34 Ari, $5^m7$ , 15,3%-os növekvő holdfázis)
03.20.	16:51	A Hold mögé belép a 66 Arietis ( $6^m0$ , 22,0%-os növekvő holdfázis)
03.20.	17:32	Tavaszi napéjegyenlőség
03.20.	18:03	Kedvező időpont a Messier-maratonra
03.20.	21:04	A 23,6%-os növekvő fázisú Hold 2,5°-ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben
03.21.	7:57	Hold nyugati librációja ( $l = -6,28^\circ$ )
03.22.	0:35	Szaturnusz oppozícióban ( $0^m5$ , 19,5" látszó átmérő, Virgo csillagkép)
03.22.	15:38	Hold eléri legnagyobb deklinációját +25,0°-nál (41,1%-os növekvő holdfázis)
03.22.	18:06	A (19) Fortuna kisbolygó ( $11^m9$ ) 18,7'-cel délre az M1 jelű szupernóva-maradványtól ( $8^m4$ )
03.22.	18:43	A Hold mögé belép a 118 Tauri ( $5^m5$ , 42,5%-os növekvő holdfázis)
03.23.	11:00	Első negyed (Hold a Gemini csillagképben)
03.25.	17:34	A 74,8%-os növekvő fázisú Holdtól 6'8"-cel északra a Mars
03.26.	5:56	Hold minimális librációja ( $l = -3,06^\circ$ , $b = 2,75^\circ$ )
03.26.	18:12	A C/2007 Q3 (Siding Spring)-üstökös 12'-cel nyugatra az $\iota$ Dra-tól
03.27.	2:11	A Hold mögé belép az $\alpha$ Leonis (Subra, 3,5 mag, 87,3%-os növekvő holdfázis)
03.28.	5:07	Hold földközelen (földtávolság: 361 894 km, látszó átmérő: 33'1", 94,8%-os növekvő holdfázis)
03.28.	18:16	A (21) Lutetia kisbolygó ( $11^m7$ ) 4,5'-cel délkeletre az M105 jelű galaxis-tól ( $9^m3$ )
03.29.	2:37	A Hold mögül kilép a 87 Leonis ( $4^m8$ , 98,4%-os növekvő holdfázis)
03.30.	2:25	Telihold (Hold a Virgo csillagképben)
03.30.	15:14	Hold északi librációja ( $b = 6,56^\circ$ )
03.31.	0:21	A 81P/Wild 2-üstökös 18'-cel nyugatra az $\iota$ Vir-tól
03.31.	18:20	A (11) Parthenope kisbolygó ( $11^m8$ ) 4,7'-cel délkeletre az $\eta$ Gem-től
03.31.	20:00	A (176) Iduna kisbolygó ( $13^m4$ ) elfedi a TYC 5491-00102-1-et ( $11^m1$ )

**Üstökösök**

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** A Naptól és bolygónktól is távolodó, 10–10,5 magnitúdós üstökös márciusban már egyértelműen halványodásnak indul. A Bootes északi részén, majd a Dracóban egész éjszaka megfigyelhető vándor sajátmozgása folyamatosan csökken, majd 26-án 12 ívperccel nyugatra lesz látható az  $\iota$  Draconistól.

**C/2009 K5 (McNaught).** A meredeken északnak tartó üstökös jól megfigyelhető lesz a hajnali égen a Scutum, az Aquila, a Sagitta, majd a Vulpecula csillagképekben. Fé-



nyessége március elején valahol 8–10 magnitúdó között várható, és kedvező esetben egy magnitúdóval emelkedik a hónap végéig. A Tejút síkjában haladva folyamatos témát kínál nagylátószögű asztrofotókhoz: 8-án hajnalban 21 ívperccel délre lesz a 11 magnitúdós, de nagyon kompakt NGC 6741 jelű planetáris ködtől, 10-én fél fokkal délkeletre mutatkozik a 12,5 magnitúdós NGC 6749 jelű gömbhalmaztól, 28-án hajnalban pedig 1,3 fokra megközelíti a Vállfa-halmazt.

**C/2009 O2 (Catalina).** A nap- és földközelségét is március végén elérő üstökösöt öt csillagképben figyelhetjük meg ebben a hónapban. A binokulárokkal is látható égitest a Vulpeculából egészen az Andromeda keleti feléig jut. Napközelségét március 24-én ( $q = 0,694$  CSE), földközelségét két nappal később ( $\Delta = 0,808$  CSE) éri el, ekkoriban 3–4 fokkal északra látszik majd az Andromeda-ködtől, és már inkább az esti égen lesz megfigyelhető. Napi mozgása eléri a 3 fokot. Ha szerencsénk lesz, akár 6–7 magnitúdóig is kifényesedhet. Március 14-én fél fokra megközelíti a 4,1 magnitúdós 1 Lacertaet, 25-én este 15 ívperccel északra halad el az 5,0 magnitúdós 41 Andromedaetől, 29-én hajnalban pedig a  $\gamma$  Andromedaet közelíti meg negyed fokra. A hónap utolsó éjszakáján hasonló távolságra halad el a 10 magnitúdós NGC 1023 jelű galaxistól.

**10P/Tempel 2.** Az egyik legrégebben ismert periodikus üstökös Ernst Tempel fedezte fel 1873. július 4-én. Pályája azóta nem sokat változott, legnagyobb fényességét 1925-ös visszatérése alkalmával érte el 6,5 magnitúdónál. Aktuális keringési ideje 5,38 év, napközelségét július 4-én fogja elérni 1,423 CSE-s távolságban. Mivel augusztus 25-én 0,651 CSE-re megközelíti bolygónkat, igen kedvező láthatóság elé nézünk, melynek során fényessége elérheti a 8 magnitúdót. Márciusban azonban még csak közeledik felénk, így a hajnali égen látható üstökös megfigyeléséhez legalább közepes méretű távcső szükséges. Fényessége 13,5 és 12 magnitúdó között emelkedik, miközben a Serpens, a Scutum, majd a Sagittarius csillagképekben mozog kelet felé. Különösen látványos együttállásnak ígérkezik, amikor március 8-án hajnalban áthalad az M16 komplexumon.

**81P/Wild 2.** Március során éri el maximális fényességét 9–9,5 magnitúdó környékén. A Virgóban látható üstökös sajátmozgása tovább lassul, a hónap legvégén eléri keleti stacionárius pontját, amikor sajátmozgása 3,5 ívperc/napra csökken. Az üstökösöt felfedező svájci Paul Wild igazi megszállott észlelő volt, 1957 és 1990 között hét üstökösöt talált az általa mindvégig használt 40 cm-es Schmidt-távcső felvételein, melyek közül négy rendszeresen visszajár. Az üstökösök mellett 94 kisbolygót, 48 szupernóvát és öt nóvát is felfedezett.

10P/Tempel 2

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
03.01.	18 01 07	–13 44 24	1,990	1,899	70	13,5
03.06.	18 13 23	–13 43 10	1,917	1,869	72	13,2
03.11.	18 25 50	–13 39 05	1,846	1,840	74	12,9
03.16.	18 38 28	–13 32 10	1,775	1,811	76	12,7
03.21.	18 51 17	–13 22 30	1,706	1,782	78	12,4
03.26.	19 04 17	–13 10 09	1,638	1,754	79	12,2
03.31.	19 17 28	–12 55 13	1,573	1,727	81	11,9

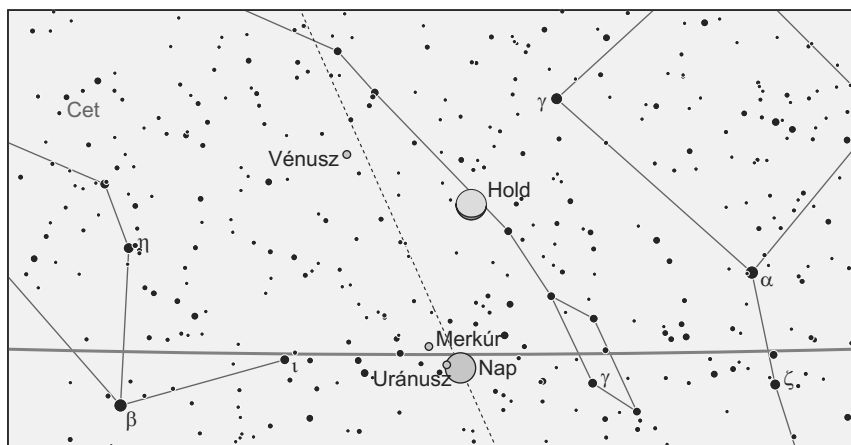
Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
04.05.	19 30 50	-12 37 49	1,509	1,700	83	11,7
04.10.	19 44 24	-12 18 07	1,447	1,674	84	11,4
04.15.	19 58 10	-11 56 20	1,387	1,649	86	11,1
04.20.	20 12 07	-11 32 44	1,329	1,624	87	10,9
04.25.	20 26 15	-11 07 37	1,274	1,601	88	10,6
04.30.	20 40 35	-10 41 17	1,221	1,579	90	10,4
05.05.	20 55 07	-10 14 04	1,170	1,557	91	10,2
05.10.	21 09 49	-09 46 26	1,122	1,538	92	9,9
05.15.	21 24 41	-09 18 52	1,076	1,519	93	9,7
05.20.	21 39 42	-08 51 55	1,033	1,502	95	9,5
05.25.	21 54 50	-08 26 07	0,993	1,486	96	9,3
05.30.	22 10 03	-08 01 59	0,955	1,472	97	9,1
06.04.	22 25 21	-07 40 10	0,919	1,459	98	8,9
06.09.	22 40 39	-07 21 21	0,887	1,449	99	8,8
06.14.	22 55 53	-07 06 12	0,856	1,440	100	8,6
06.19.	23 11 00	-06 55 23	0,828	1,433	101	8,5
06.24.	23 25 54	-06 49 24	0,803	1,427	103	8,4
06.29.	23 40 32	-06 48 47	0,779	1,424	104	8,3
07.04.	23 54 47	-06 54 03	0,758	1,423	106	8,2
07.09.	00 08 33	-07 05 40	0,739	1,423	107	8,2
07.14.	00 21 44	-07 23 59	0,722	1,426	109	8,1
07.19.	00 34 12	-07 49 05	0,706	1,430	111	8,1
07.24.	00 45 52	-08 20 57	0,693	1,437	113	8,1
07.29.	00 56 37	-08 59 24	0,681	1,445	115	8,2
08.03.	01 06 22	-09 44 13	0,672	1,455	118	8,2
08.08.	01 14 59	-10 34 59	0,664	1,467	121	8,3
08.13.	01 22 24	-11 30 56	0,657	1,481	123	8,4
08.18.	01 28 32	-12 30 57	0,653	1,496	127	8,4
08.23.	01 33 21	-13 33 44	0,651	1,512	130	8,6
08.28.	01 36 48	-14 37 48	0,651	1,531	133	8,7
09.02.	01 38 55	-15 41 32	0,654	1,550	137	8,8
09.07.	01 39 43	-16 42 58	0,659	1,571	140	9,0
09.12.	01 39 16	-17 39 55	0,668	1,593	143	9,2
09.17.	01 37 43	-18 30 11	0,679	1,616	147	9,4
09.22.	01 35 16	-19 11 53	0,695	1,640	149	9,6
09.27.	01 32 06	-19 43 33	0,714	1,665	151	9,8
10.02.	01 28 27	-20 04 06	0,737	1,690	153	10,0
10.07.	01 24 35	-20 12 53	0,765	1,717	153	10,3
10.12.	01 20 42	-20 09 40	0,797	1,744	152	10,5
10.17.	01 17 04	-19 54 55	0,833	1,772	151	10,8
10.22.	01 13 51	-19 29 35	0,874	1,800	149	11,1
10.27.	01 11 10	-18 54 51	0,919	1,829	146	11,4
11.01.	01 09 06	-18 12 00	0,969	1,858	143	11,7
11.06.	01 07 44	-17 22 16	1,022	1,888	139	11,9

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
11.11.	01 07 04	-16 26 51	1,080	1,918	136	12,2
11.16.	01 07 06	-15 27 00	1,142	1,948	132	12,5
11.21.	01 07 50	-14 23 46	1,207	1,979	129	12,8
11.26.	01 09 12	-13 18 05	1,275	2,009	125	13,1
12.01.	01 11 11	-12 10 42	1,347	2,040	121	13,4

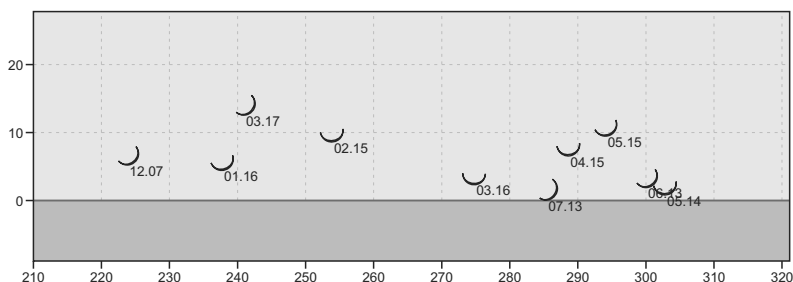
## Kisbolygók

**(1) Ceres.** Az első számú kisbolygót Giuseppe Piazzi fedezte fel 1801. január 1-jén, s bár már többen keresték a Mars és a Jupiter között feltételezett bolygót, a felfedezés a véletlen műve volt, nem pedig a célirányos bolygókeresése. A tudománytörténeti legendává nemesült történet szerint az égitest márciusban eltűnt az észlelők szeme elől, és csak a zseniális fiatal matematikus, Carl Gauss által kifejlesztett új számítási módszer segítségével tudták újra megtalálni 1801. december 31-én. Az idén átlagos fényességű szembenállás elé nézünk, melynek során meglehetősen alacsony deklinációnál láthatjuk, cserében viszont a nyári Tejút több mélyég-objektumát is megközelíti. Ebben a hónapban a 8,9 és 8,6 magnitúdó között fényesedő égitest az Ophiuchus, majd a Sagittarius csillagképekben mozog kelet felé, és március 26-án -21 fokos deklinációnál metszi a Tejút síkját.

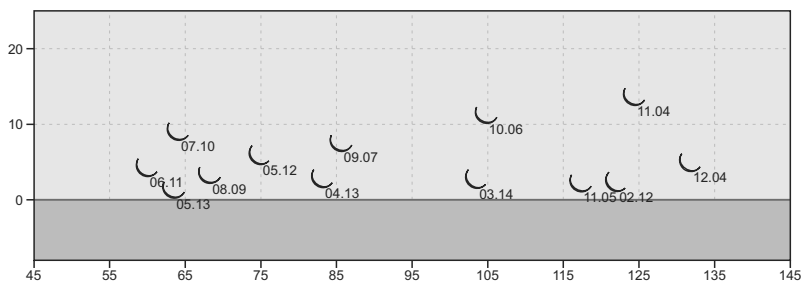
**(2) Pallas.** A Serpens fejtől délre látható, észak felé mozgó kisbolygó közeledik szembenállása felé, ami az átlagos naptávolság környékén fog bekövetkezni. A 9,0 és 8,7 magnitúdó között fényesedő aszteroida 15-én hajnalban 10 ívpercre délre fog lát-



Március 16-án 17:21 UT-kor 20 óra 20 perces holdsarlót észlelhetünk 4,0° magasan az esti égen (a Vénusz tőle 8,7°-kal keletre látható).



*A holdsarlók idei láthatósága az esti égen*



*A holdsarlók idei láthatósága a hajnali égen*

szani egy három 14–15 magnitúdós galaxisból álló csoporttól (NGC 6006, 6007, 6009), 20-án este 11 ívpercre megközelíti a 6,1 magnitúdós 39 Serpentistől, majd 24-én este alig 1–2 ívpercre északra láthatjuk a 12,5 magnitúdós NGC 6012 jelű galaxistól.

**(4) Vesta.** A Hubble-űrtávcső felvételei alapján 578×560×458 km méretű kisbolygó déli pólusánál egy 460 km átmérőjű, a 12 km magas peremtől számítva 25 km mély kráter található, amely nem lehet régebbi 1 milliárd évnél. A keletkezésekor kirepült törmelék hozta létre a Vesta kisbolygócsaládot, melyben 15 km-nél kisebb égitestek fordulnak elő, de olyan nagy számban, hogy a fővi kisbolygók 6%-a ebbe a családba tartozik. A felszíni anyagösszetétel alapján számos földközeli kisbolygóról (Verenia, Nyx, Magellan) is azt feltételezik, hogy a becsapódás maradványa. A Leo fejében északnyugat felé mozgó szülőégitest ebben a hónapban már halványodik, fényessége 6,2 és 6,8 magnitúdó között csökken, és a hónap végére sajátmozgása is lelassul.

**(532) Herculina.** A Coma Berenicesben északnyugat felé mozgó kisbolygó 13-án kerül szembenállásba 8,8 magnitúdós fényesség mellett. A Herculina volt az első kisbolygó, melyről egy 1978-as csillagfedés alkalmával kimutatni vélték, hogy hold kering körülötte. Később hasonló módszerrel egy másik hold létezését is feltételezték, ám a Hubble-űrtávcső 1993-as megfigyelései során egyik kísérőt sem sikerült megtalálni. Valószínűleg a hiányos adatok vezették félre a csillagfedéseket kiértékelő szakembereket.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC No név	m	Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
3 2	1 0 38	ki	1713	5,6	97 – 35	200 40	D	259	+2,0	-0,3
3 4	0 30 30	ki	1960	6,7	85 – 24	162 67	É	320	+0,9	-0,5
3 9	5 31 40	be	2672 $\lambda$ Sgr	2,8	35 – 17	172 -66	D	110	+2,0	+0,0
3 9	6 45 27	ki	2672 $\lambda$ Sgr	2,8	35 – 17	190 50	D	226	+1,4	+0,4
3 18	18 28 56	be	92621	9,1	8 + 14	278 56	D	96	+0,1	-1,7
3 19	19 2 27	be	93033	7,2	14 + 20	278 68	D	89	+0,2	-1,4
3 19	20 46 25	be	399 $\mu$ Ari	5,7	14 + 4	296 80	É	59	-0,1	-0,6
3 20	16 51 24	be	501 66 Ari	6,2	21 + 51	244 58	É	41	+1,5	+1,1
3 20	19 44 52	be	76001	8,2	22 + 23	279 77	D	87	+0,3	-1,3
3 20	21 35 37	be	524	6,7	23 + 6	297 40	D	125	-0,6	-1,9
3 21	20 37 53	be	76651	7,8	32 + 25	280 26	D	144	-0,5	-3,0
3 22	18 42 44	be	77200 <sup>1</sup> 118 Tau B	6,7	42 + 53	246 39	É	36	+2,3	+2,1
3 22	18 43 5	be	822 <sup>2</sup> 118 Tau A	5,8	42 + 53	247 39	É	36	+2,3	+2,2
3 22	20 39 26	be	835	7,0	42 + 34	270 50	D	127	+0,2	-2,2
3 22	23 20 19	be	77375	7,1	44 + 9	297 88	D	90	-0,3	-1,2
3 23	17 30 17	be	990	7,6	53 + 66	193 35	D	148	+1,2	-2,9
3 23	18 56 30	be	78452	8,3	53 + 58	231 40	D	143	+0,8	-2,7
3 23	21 59 38	be	1014	7,0	54 + 29	273 30	D	153	-0,4	-2,7
3 24	16 44 4	be	1129 63 Gem	5,3	64 + 59	141 59	É	68	+1,7	+1,8
3 24	18 48 1	be	79443	7,6	64 + 62	201 8	D	181	-0,4	-6,3
3 24	19 26 25	be	79480	8,1	65 + 59	218 48	É	57	+2,4	+1,1
3 24	22 16 39	be	1150	6,7	66 + 34	263 21	D	168	-0,5	-3,0
3 24	22 56 51	be	79583	7,3	66 + 28	270 69	D	120	+0,2	-1,8
3 27	2 10 50	be	1428 o Leo	3,5	87 + 7	277 53	É	68	+0,1	-1,1
3 27	18 46 45	be	1519	6,5	92 + 41	138 71	É	86	+1,6	+1,1
3 28	23 36 42	be	1655	6,8	98 + 35	215 46	D	139	+0,9	-1,6
3 29	2 36 43	be	1670 87 Leo	4,8	98 + 10	254 40	D	143	+0,3	-2,0

<sup>1</sup> BA m1 = 6<sup>m</sup>.4 m2 = 5<sup>m</sup>.5 sep = 4,7'' PA = 29

<sup>2</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>.5 m2 = 6<sup>m</sup>.4 sep = 4,7'' PA = 209

### A Szaturnusz oppozícióban

Az óriásbolygó gyűrűit már kis távcsövekben is megpillanthatjuk, látványa méltán teszi az egyik legnépszerűbb bolygóvá. Ám a Szaturnusz legfontosabb ismertetőjegye időnként kevésbé jól figyelhető meg. A 2009-es láthatóság alatt már rácsodálkozhattunk a Szaturnusz kis szögben látható gyűrűrendszerére. Mindez igen szokatlanná tette megjelenését. Szeptemberben már a Nap mögött tartózkodott, így nem láthattuk, amikor a bolygó rövid időszakra gyűrű nélkülivé válik. A 2010-es láthatóságban immár az északi félgömbjét figyelhetjük meg teljes egészében. Gyűrűire továbbra is kis szögben láthatunk rá, ám a

Szaturnusz így is felejtethetetlen látványt nyújt, már egészen kis távcsövekben is. Földközelségét március 22-én éri el, ekkor átmérője 19,5" lesz. A horizont fölött kényelmes magasságban figyelhetjük meg, fényessége 0,5 magnitúdó lesz. Közepes távcsővel már több holdját is megfigyelhetjük, ezek nyomon követése szintén hálás feladat.

## A Messier-maraton

A veterán üstökösvadász, Donald (Don) Machholz úgy ismeri az égboltot, mint a saját tenyerét. Bárhová is néz kis nagyítású üstököskereső műszere, mindig pontosan tudja, mit is lát a távcsőben. A mélyég-objektumokat  $10^m$ -s határfényességig fejből ismeri. Köszönhető mindez annak a rengeteg tapasztalatnak, melyre több évtized kométa-kereséssel eltöltött idő során tett szert. Egy ilyen, hosszú tavaszi éjszakán jutott eszébe, hogy az összes Messier-objektumot felkeresse pirkadat előtt. Az ötlet ugyan nem tőle származott, de ő volt képes először teljesíteni a végcélt, megpillantani az összes Messier-objektumot egyetlen éjszaka. Képesek vagyunk-e mi is utána csinálni?

A válasz határozott igen. Bár Magyarország területéről a 110 Messier-objektum közül legfeljebb 109-et láthatunk egy éjszaka, már a 100-as darabszám elérése is mesteri teljesítmény. A Messier-maraton verseny, melyet az égbolttal vívunk, latba vetve összes égismeretünket és észlelői tapasztalatunkat. Verseny, amely komolyan próbára teszi állóképességünket. Maraton, ahol az égi 42 km mérőföldköveit csodálatos mélyég-objektumok jelzik.

Ha egy térképen megvizsgáljuk a Messier-objektumok égi elhelyezkedését, azt vesszük észre, hogy a Capricornus (Bak) és a Pisces (Halak) csillagképek közötti tartományban egyetlen déli fekvésű objektum sincs. Ellenben rengeteg célpont található a Sagittarius (Nyilas) és Virgo (Szűz) csillagképek környékén. Így tehát e két égterületnek láthatónak kell lennie az éjszaka során, sőt, a Nyilasnak delelnie kell, hogy déli fekvésű objektumai kellően magasra emelkedjenek. A legalkalmasabb azon időszak, amikor a Nap épp a jelzett „üres” területen, a Vízöntő csillagképben tartózkodik. Ez az időtartam március közepétől április közepéig tart, a Szűz az éjszakai égbolton ragyog, tele galaxisokkal, hajnalban viszont, pirkadat előtt delel a Nyilas is.

A Messier-maraton másik, igen fontos feltétele a sötét égbolt. Ezért sikerre csakis újhold környékén lehet esélyünk, lehetőleg városoktól minél távolabb, alkalmasint egy



*Éjszakai fények a 2009-es bátorligeti Messier-maratonon (Zsámba István felvétele)*

dombtetőn. Hegyvidéki helyszín csak akkor alkalmas, ha a harmadik igen fontos kritériumnak eleget tesz. Teljes körpanorámát kell biztosítania észlelőhelyünknek, ugyanis sok Messier-objektumot alacsony horizont feletti magasságban kell „levadásznunk”.

A siker elengedhetetlen feltétele, hogy minimális szinten ismerjük az égboltot, a csillagképeket. Legyünk tisztában műszerünk teljesítőképességével és az adott nagytávcsók mellett elérhető látómezők méretével. Készítsünk egy listát az objektumokról, megfigyelési sorrendben feltüntetve őket. Ehhez az Interneten találunk segítséget (<http://members.shaw.ca/r/mcnish/darksky/messierplanner.htm>).

Március közepén a nyári Tejút láthatósága még nem a legjobb, de kellő kitarással, kedvező átlátszóság mellett esélyünk van a Sagittarius majd’ minden objektumára, talán csak az M55 és M75 marad ki. Egy hónappal később az esti szürkületben esélytelen az M77, M74, M79, ellenben hajnalban kellően látható mind a Tejút, mind az ahhoz közeli M75, M2, M72, M73 is. Legalkalmasabb a hónapforduló körüli néhány nap, de az újhhold sajnos csak háromévente esik akkorra. Használt műszerünk szinte bármilyen lehet, előnyben vannak a kisebb átmérőjű, rövid fókuszú, nagy látómezejű távcsövek. Egy binokulár (10×50 vagy annál nagyobb) azonban elengedhetetlen kellék.

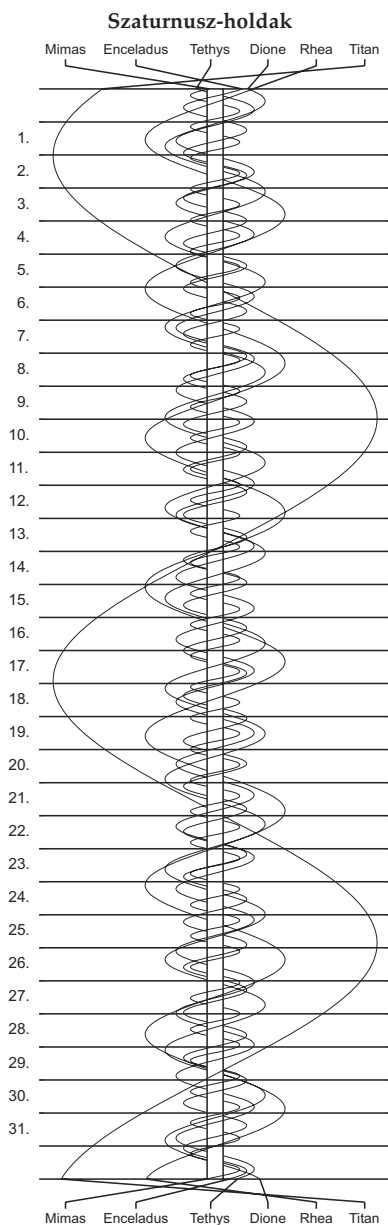
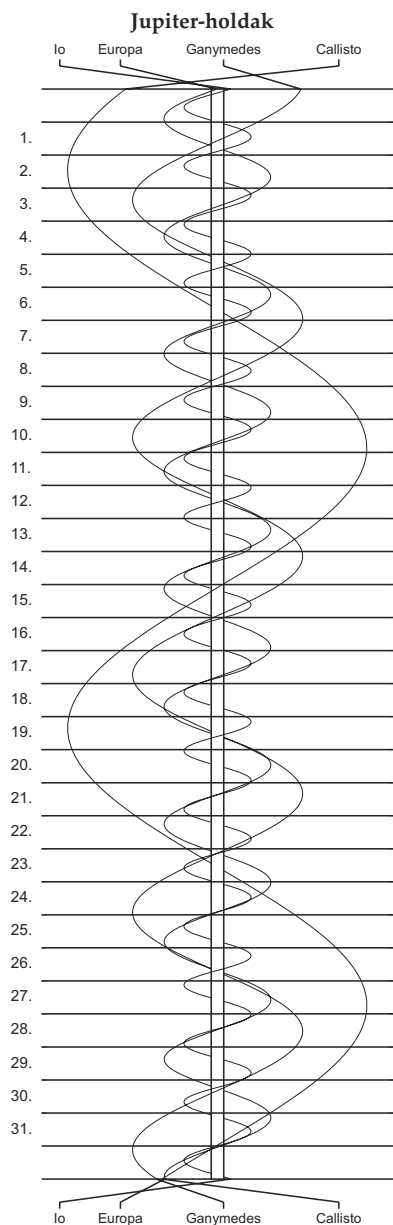
Bár a maraton egyfajta verseny, sietni csak este és hajnalban kell néhány objektumnál. Az éjszaka legnagyobb részében nagyon sok időnk lesz arra, hogy célpontjainkat alaposan szemrevételezzünk, esetleg egyet-kettőt rajzban vagy fotón megörökítsünk. Sőt, más egyéb égitesteket is felkereshetünk, több távcsövel is. Ha csak futó pillantásokat vetnénk az elénk tároló mélyég-csodákra, varázsuk eltűnne. Nézzük úgy őket, mintha most találkoznánk velük először!

Végül, de nem utolsósorban, az ilyen események nagyszerű alkalmat jelentenek egy kisebb-nagyobb társaság összehozására, közös észlelésre, bemutatások szervezésére. Hiszen az égbolt 2010-ben is mindenkié!

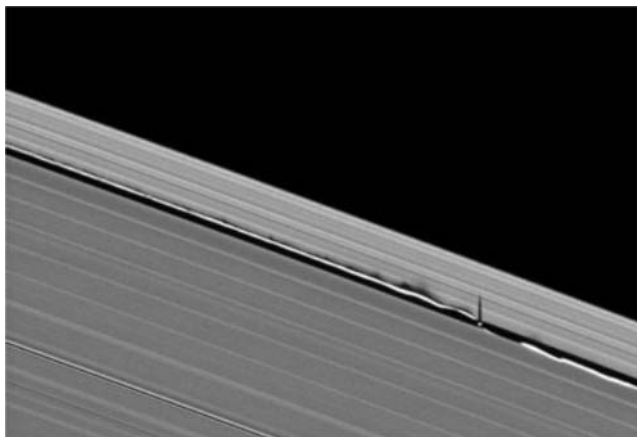
## Évforduló

### 100 éve, 1910. március 26-án hunyt el Auguste Honoré Charlois

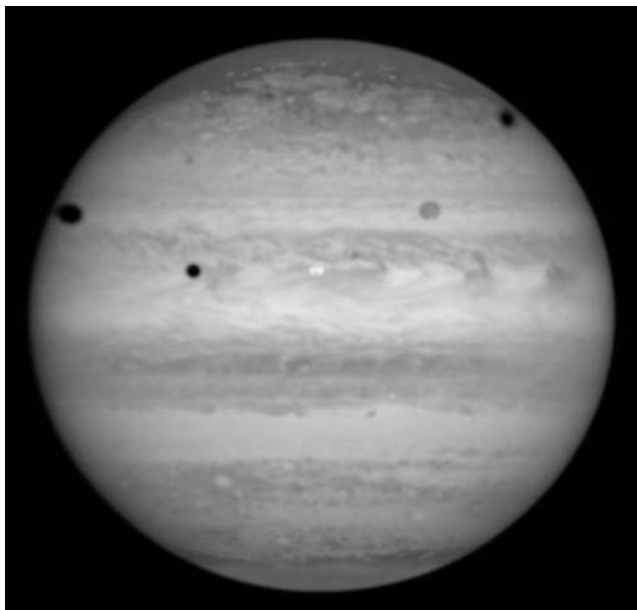
Charlois, Auguste Honoré, francia csillagász (1864. november 26., La Cadière – 1910. március 26., Nizza) a Nizzai Observatórium munkatársa volt. Élete során egy híján 100 kisbolygót fedezett fel, elsőként a (267) Tirza-t 1887-ben. Munkássága során történt meg az átmenet a vizuális megfigyelések és a fotografikus észleléstechnika uralkodóvá válása között. Első 27 kisbolygóját még vizuálisan fedezte fel, a többit viszont már fotografikusan. Úgy találta, hogy fotografikusan 16-szor gyorsabban lehet kisbolygóra akadni, mint vizuálisan. Az új technika alkalmazásával sokkal több aszteroidát tudott felfedezni, mint a vizuális technika alkalmazásával előtte bárki. Érdekesség, hogy az úrkorszakban különös figyelmet kapott (433) Eros kisbolygót ugyanazon az éjszakán fényképezte le, mint Gustav Witt Heidelbergben (1898. augusztus 13.), de minthogy nem eléggé gyorsan ismertette felfedezését, az Eros felfedezőjének Wittet tekintik. Az Erost az 1996-ban indított NEAR-Shoemaker szonda kereste fel, amely 2000. február 14-én mesterséges holdként pályára állt az alig 34×11×11 km-es kisbolygó körül. A kiváló észlelő munkássága tragikus módon szakadt félbe, ugyanis 46 éves korában gyilkosság áldozata lett. Első feleségének testvére állt rajta bosszút, amiért Charlois újra megnősült. A bűnöst életfogytig tartó kényszerszolgálatra küldték Új-Kaledóniába. Az Eros kisbolygón a Charlois régió, valamint a (1510) Charlois kisbolygó őrzi nevét.







*Az apró Daphnis hold hosszúra nyúlt árnyéka a Szaturnusz gyűrűjére vetül, amint a bolygó a tavalyi napéjegyenlősége felé halad. (NASA/JPL/SCI)*



*Három hold – Io, Ganymedes, Callisto – árnyéka látszik a Jupiter korongján. A felvétel a Hubble-űrtávcső NICMOS nevű berendezésével készült 2004. március 18-án. (NASA/ESA/Karkoschka)*

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – április**

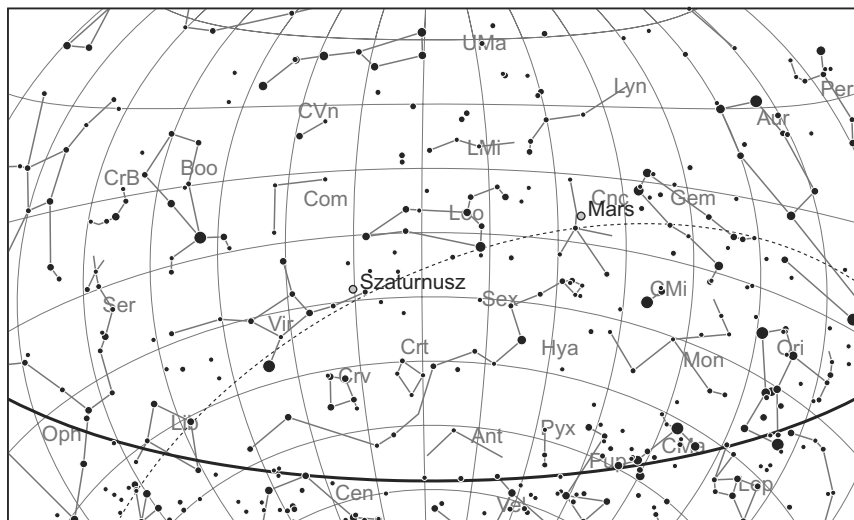
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. cs 91.	5 23	11 48	18 13	47,1	-4,0	21 45	1 18	5 59	
2. p 92.	5 21	11 47	18 15	47,5	-3,7	22 57	2 13	6 34	
3. sz 93.	5 19	11 47	18 16	47,9	-3,4	23 59	3 08	7 17	
4. v 94.	5 17	11 47	18 18	48,2	-3,1	-	4 03	8 08	
15. hét									
5. h 95.	5 15	11 46	18 19	48,6	-2,9	0 50	4 57	9 06	
6. k 96.	5 13	11 46	18 20	49,0	-2,6	1 31	5 47	10 08	● 10 37
7. sz 97.	5 11	11 46	18 22	49,4	-2,3	2 04	6 35	11 13	
8. cs 98.	5 09	11 46	18 23	49,8	-2,0	2 30	7 20	12 18	
9. p 99.	5 07	11 45	18 25	50,1	-1,7	2 52	8 03	13 23	
10. sz 100.	5 05	11 45	18 26	50,5	-1,5	3 11	8 44	14 28	
11. v 101.	5 03	11 45	18 27	50,9	-1,2	3 29	9 25	15 32	
16. hét									
12. h 102.	5 01	11 44	18 29	51,2	-0,9	3 46	10 06	16 38	
13. k 103.	4 59	11 44	18 30	51,6	-0,7	4 05	10 48	17 45	
14. sz 104.	4 57	11 44	18 32	52,0	-0,4	4 25	11 33	18 55	● 13 29
15. cs 105.	4 55	11 44	18 33	52,3	-0,2	4 49	12 20	20 06	
16. p 106.	4 53	11 43	18 34	52,7	+0,1	5 18	13 11	21 17	
17. sz 107.	4 52	11 43	18 36	53,0	+0,3	5 55	14 06	22 25	
18. v 108.	4 50	11 43	18 37	53,4	+0,5	6 42	15 03	23 25	
17. hét									
19. h 109.	4 48	11 43	18 39	53,7	+0,8	7 41	16 02	-	
20. k 110.	4 46	11 43	18 40	54,1	+1,0	8 50	16 59	0 17	
21. sz 111.	4 44	11 42	18 41	54,4	+1,2	10 05	17 55	0 58	● 19 20
22. cs 112.	4 42	11 42	18 43	54,8	+1,4	11 24	18 49	1 31	
23. p 113.	4 41	11 42	18 44	55,1	+1,6	12 44	19 41	1 58	
24. sz 114.	4 39	11 42	18 46	55,4	+1,8	14 03	20 31	2 22	
25. v 115.	4 37	11 42	18 47	55,7	+1,9	15 23	21 21	2 44	
18. hét									
26. h 116.	4 35	11 41	18 48	56,1	+2,1	16 42	22 12	3 06	
27. k 117.	4 34	11 41	18 50	56,4	+2,3	18 01	23 04	3 30	
28. sz 118.	4 32	11 41	18 51	56,7	+2,4	19 20	23 58	3 57	○ 13 19
29. cs 119.	4 30	11 41	18 53	57,0	+2,6	20 35	-	4 29	
30. p 120.	4 29	11 41	18 54	57,3	+2,7	21 42	0 54	5 08	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## április

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 288	2 36 59	Hugó, Pál
2.	2 455 289	2 40 55	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
3.	2 455 290	2 44 52	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 455 291	2 48 49	Húsvét; Izidor
5.	2 455 292	2 52 45	Húsvét; Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
6.	2 455 293	2 56 42	Vilmos, Bíborka, Dénes
7.	2 455 294	3 00 38	Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
8.	2 455 295	3 04 35	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 455 296	3 08 31	Erhard, Dusán, Vince
10.	2 455 297	3 12 28	Zsolt
11.	2 455 298	3 16 24	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 455 299	3 20 21	Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
13.	2 455 300	3 24 18	Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 455 301	3 28 14	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lída
15.	2 455 302	3 32 11	Anasztázia, Tas
16.	2 455 303	3 36 07	Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
17.	2 455 304	3 40 04	Rudolf, Anastázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 455 305	3 44 00	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 455 306	3 47 57	Emma, Malvin
20.	2 455 307	3 51 53	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 455 308	3 55 50	Konrád, Zsombor
22.	2 455 309	3 59 47	Csilla, Noémi
23.	2 455 310	4 03 43	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
24.	2 455 311	4 07 40	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 455 312	4 11 36	Márk, Ervin
26.	2 455 313	4 15 33	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
27.	2 455 314	4 19 29	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 455 315	4 23 26	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
29.	2 455 316	4 27 22	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 455 317	4 31 19	Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia



*A déli égbolt április 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében este látható a nyugati ég alján, megfigyelésre igen kedvező helyzetben. 8-án van legnagyobb keleti kitérésben,  $19,3^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után. A hónap közepétől gyors halványodásnak indul, 20-át követően láthatósága is gyorsan romlik. 28-án már alsó együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** Magasan látszik a nyugati látóhatár felett, az esti égbolt feltűnő égiteste. A hónap elején egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után, ez az érték a hónap végére már két és fél óra. Fényessége  $-3^m,9$ , fázisa 0,95-ről 0,89-ra csökken, átmérője  $10,5''$ -ről  $11,4''$ -re nő.

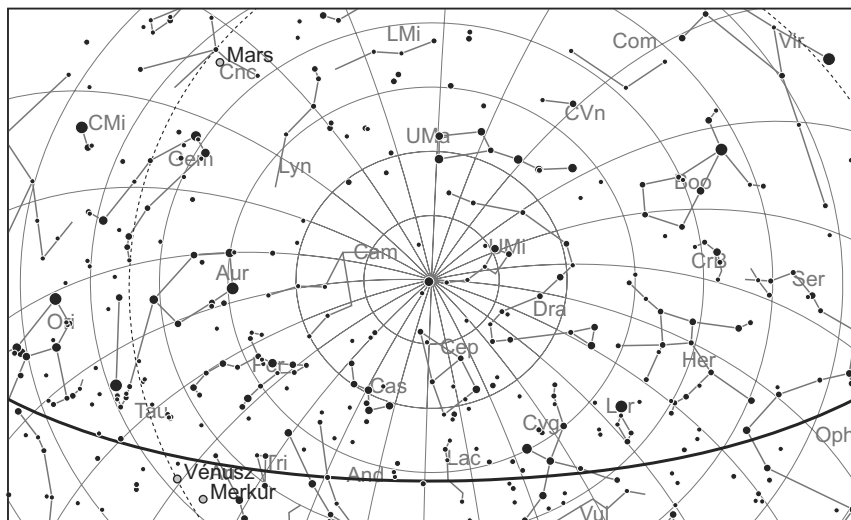
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető, kora hajnalban nyugszik. Egyre halványabban látszik a déli-délnyugati égen. Fényessége  $0^m,2$ -ről  $0^m,7$ -ra, átmérője  $9,2''$ -ről  $7,3''$ -re csökken.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Egy órával kel a Nap előtt, alacsonyan látható a délkeleti égen. Fényessége  $-2^m,1$ , átmérője  $34''$ .

**Szaturnusz:** Az éjszaka nagy részében látható, napkelte előtt nyugszik. Hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Fényessége  $0^m,6$ , átmérője  $19''$ .

**Úránusz:** A hónap legvégén már kereshető a hajnali keleti ég legalján, a Halak csillagképben. Ekkor egy órával kel a Nap előtt.

**Neptunusz:** Hajnalban kel. A szürkületben kereshető a Vízöntő csillagképben, a keleti látóhatár közelében.



*Az északi égbolt április 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

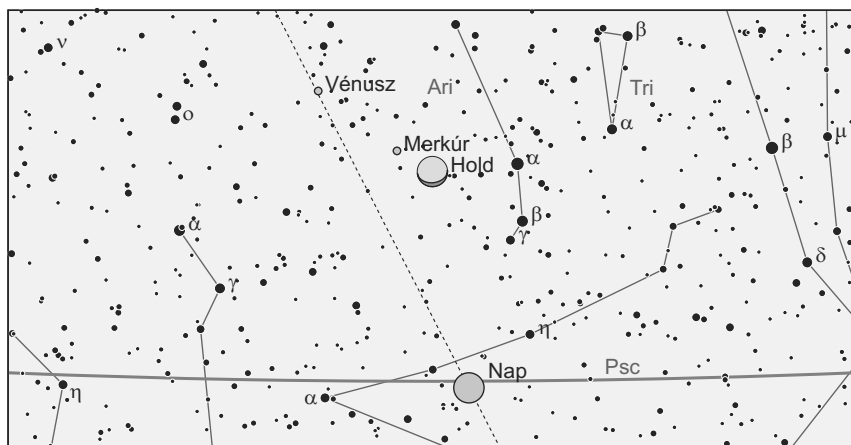
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 04.01. | 18:34 | A (18) Melpomene kisbolygó (11 <sup>m</sup> 0) 1,1'-cel keletre a 60 Tau-tól  |
| 04.02. | 23:17 | Hold keleti librációja (l = 6,64°)  |
| 04.04. | 3:18  | Hold eléri legkisebb deklinációját -26,2°-nál (71,6%-os csökkenő holdfázis)   |
| 04.04. | 17:49 | A Merkúrtól (-0 <sup>m</sup> 5) 3°0' távolságra a Vénusz (-3 <sup>m</sup> 9) a Naptól 18,4°-os elongációban         |
| 04.06. | 3:24  | A (1) Ceres kisbolygó (8 <sup>m</sup> 5) 5,0'-cel délre az NGC 6568 jelű nyílthalmaztól (9 <sup>m</sup> 0)          |
| 04.06. | 8:35  | Merkúr dichotómiája (50,0% fázis, 19,0° keleti elongáció)   |
| 04.06. | 9:37  | Utolsó negyed (Hold a Sagittarius csillagképben)  |
| 04.06. | 19:30 | Az (511) Davida kisbolygó (11 <sup>m</sup> 7) 26,5'-cel északkeletre az M5 jelű gömbhalmaztól (5 <sup>m</sup> 8)    |
| 04.08. | 23:30 | Merkúr legnagyobb keleti elongációja (19,4° elongáció, 0 <sup>m</sup> 1, 7,7'' átmérő, 40% fázis, Aries csillagkép) |
| 04.09. | 1:07  | A (1) Ceres kisbolygó (8 <sup>m</sup> 5) 3,5'-cel délre a 14 Sgr-től  |
| 04.09. | 2:49  | Hold földtávolban (földtávolság: 404 967 km, látszó átmérő: 29'30'', 25,4%-os csökkenő holdfázis)                   |
| 04.09. | 18:35 | A Vénusz (-3 <sup>m</sup> 9) 21'54''-re megközelíti a 29 Ari-t (6 <sup>m</sup> 0)                                   |
| 04.12. | 18:40 | A Merkúr (0 <sup>m</sup> 8) 18'0''-re megközelíti a 27 Ari-t (6 <sup>m</sup> 2)                                     |
| 04.13. | 3:28  | 33 óra 1 perces holdsarló 3,1° magasan a hajnali égen (Jupiter 18°-ra délnyugatra tőle)                             |

**Dátum Időpont Esemény**

04.13.	18:31	A Mars ( $0^m4$ , $8,3''$ átmérőjű) $29''$ -re megközelíti a TYC 1398-1827-1-et ( $8^m9$ )
04.13.	20:05	Hold déli librációja ( $b = -6,54^\circ$ )
04.13.	23:50	A (69) Hesperia kisbolygó ( $11^m7$ ) $2,3'$ -cel délre az 50 Cnc-től
04.14.	12:29	Újhold (Hold a Pisces csillagképben)
04.14.	18:44	A Mars $1,2^\circ$ -ra az M44 jelű nyílthalmaztól (Cancer csillagkép, április 14–19-ig, legnagyobb közelség 17-én, 18:48-kor $52'$ -re)
04.15.	3:23	Két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszik a bolygó korongján
04.15.	18:05	Az 1,8%-os növekvő fázisú Holdtól $3^\circ2'$ -cel keletre a Merkúr
04.15.	18:05	Az 1,8%-os növekvő fázisú holdsarló látványos együttállása a Fiasztúkkal (M45), a Merkúrral és a Vénusszal
04.15.	18:05	29 óra 36 perces holdsarló $8,2^\circ$ magasan az esti égen (Merkúr és Vénusz töle $3,0^\circ$ illetve $8,8^\circ$ -ra keletre)
04.16.	9:15	A nappali égen a 3,8%-os növekvő fázisú Holdtól $3^\circ29'$ -cel délre a Vénusz
04.16.	18:04	Hold nyugati librációja ( $l = -5,16^\circ$ )
04.16.	18:07	Az 5,5%-os növekvő fázisú holdsarló látványos együttállása a Fiasztúkkal (M45), a Merkúrral és a Vénusszal
04.16.	18:33	A Vénusz ( $-3^m9$ ) $13'0''$ -re megközelíti az 53 Ari-t ( $6^m1$ )
04.18.	14:28	Hold eléri legnagyobb deklinációját $+24,8^\circ$ -nál ( $17,6\%$ -os növekvő holdfázis)
04.19.	18:31	A $28,3\%$ -os növekvő fázisú Hold $1,3^\circ$ -ra megközelíti az M35 jelű nyílthalmazt a Gemini csillagképben
04.19.	18:42	A (19) Fortuna kisbolygó ( $12^m2$ ) $23'$ -re megközelíti a (52) Europa kisbolygót ( $11^m9$ )
04.19.	19:03	A Hold mögé belép a 8 Geminorum ( $6^m1$ , $28,6\%$ -os növekvő holdfázis)



Április 15-én az esti szürkületben a vékony, 1,8%-os növekvő fázisú holdsarló látványos együttállása Fiasztúkkal (M45), a Merkúrral és a Vénusszal

**Dátum Időpont Esemény**

04.19.	19:14	A Hold mögé belép a 9 Geminorum ( $6^m3$ , 28,6%-os növekvő holdfázis)
04.19.	20:07	A Hold mögé belép a 10 Geminorum ( $6^m7$ , 29,0%-os növekvő holdfázis)
04.19.	20:23	A Hold mögé belép a 11 Geminorum ( $6^m9$ , 29,1%-os növekvő holdfázis)
04.21.	15:09	Hold minimális librációja ( $l = -3,23^\circ$ , $b = 1,67^\circ$ )
04.21.	18:20	Első negyed (Hold a Cancer csillagképben)
04.21.	18:25	A Hold mögé belép a $\zeta^1$ Cancri (Tegmine, $5^m6$ fényességű kettőscsillag, 50,0%-os növekvő holdfázis), kilépés 18:51-kor (az országban néhol súroló a fedés)
04.22.	1:47	A (105) Artemis kisbolygó ( $11^m9$ ) $1,7'$ -cel északnyugatra a 66 Oph-tól
04.24.	19:01	A Vénusz $3,5^\circ$ -ra délre a Fiastyúktól (Taurus csillagkép)
04.24.	19:01	Az (18) Melpomene kisbolygó ( $11^m1$ ) $6,6'$ -cel északra az NGC 1807 jelű nyílthalmaztól ( $7^m0$ )
04.24.	21:09	Hold földközelsben (földtávolság: 367 171 km, látszó átmérő: $32'33''$ , 83,0%-os növekvő holdfázis)
04.24.	23:03	A Hold mögé belép a 62 Leonis ( $6^m0$ , 83,7%-os növekvő holdfázis)
04.25.	19:01	A (18) Melpomene kisbolygó ( $11^m1$ ) $14,5'$ -cel északra az NGC 1817 jelű nyílthalmaztól ( $7^m7$ )
04.26.	2:21	A (15) Eunomia kisbolygó ( $10^m3$ ) $15,5'$ -cel északra az M54 jelű gömbthalmaztól ( $7^m7$ )
04.26.	20:43	Hold északi librációja ( $b = 6,59^\circ$ )
04.28.	12:15	Hold maximális librációja ( $l = 4,63^\circ$ , $b = 6,04^\circ$ )
04.28.	12:19	Telihold (Hold a Virgo csillagképben)
04.28.	19:04	Merkúr alsó együttállásban a Nappal (Naptól $1,0^\circ$ -ra)
04.30.	18:00	Hold keleti librációja ( $l = 5,61^\circ$ )

**Üstökösök**

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** Fényessége lassan tovább csökken. A 11 magnitúdós, cir-kumpoláris üstökös egész hónapban a Draco csillagképben lesz megfigyelhető, északi irányú mozgása a hónap folyamán nyugati irányúba vált.

**C/2009 K5 (McNaught).** A Vulpeculából a Cygnust átszelve egészen a Cepheusig jut, miközben 18-án eléri földközelségét (1,264 CSE), majd 30-án napközelpontján ( $q = 1,421$  CSE) is áthalad. Fényessége is eléri maximumát, valahol 7 és 9 magnitúdó között. Az üstökös a hónap első hajnalán a nagy kiterjedésű, laza Stock 1 jelű nyílthalmaz pereménél lesz látható, 3-án hajnalban 5 ívpercre halad el az NGC 6813 jelű diffúz ködtől, 11-én éjszaka „áthalad” egy 5,5 magnitúdós csillagon (SAO 49011), 25-én hajnalban pedig a híres NGC 6939 és 6946 jelű nyílthalmaz-galaxis páros között láthatjuk. A hónap utolsó estéjén 20 ívperccel északnyugatra lesz látható az Irisz-ködnek is nevezett NGC 7023-tól.

**C/2009 O2 (Catalina).** A gyorsan, napi 0,1 magnitúdót halványuló üstökös az esti égen halad az Andromeda, a Perseus, a Taurus, majd az Orion csillagképekben. Fényessége a hónap elején 7–9, a végén 10–12 magnitúdó körül alakul. Április 6-án este fél fokkal délnyugatra látszik majd az o Perseitől és a hozzá kapcsolódó ködkomplexumtól, 13-án pedig a 4,3 magnitúdós  $\nu$  Tauritól halad el fél fokra. Igen látványosnak ígérkezik, amikor 17-én este áthalad az NGC 1647 jelű laza nyílthalmazon.

**10P/Tempel 2.** A gyors, előretartó mozgást végző üstökös a Sagittarius csillagképből a Capricornuson keresztül egészen az Aquariusig jut, miközben fényessége 12 és 10,5 magnitúdó között növekszik. A korábbi visszatérések alkalmával az észlelők szinte mindig azt tapasztalták, hogy az üstökös a napközelség előtti hónapokban az átlagosnál sokkal gyorsabban fényesedik, ám az abszolút fényesség két egymást követő visszatérés alkalmával is jelentősen, 0,5–1 magnitúdóval különbözhet.

**65P/Gunn.** James E. Gunn fedezte fel 1970. október 27-én a palomar-hegyi nagy Schmidttel. A 6,8 éves keringési idejű üstökös korábbi napközelségei során mindig elérte a 12–13 magnitúdós fényességet, így hazánkban is többször sikerült megfigyelni. Mivel perihélium-távolsága 2,441 CSE, és pályája sem túl elnyúlt, hosszú hónapokig megfigyelhető lesz, ám déli fekvése miatt nagyon alacsonyan, 10–20 fokos horizont feletti magasságban kell észlelnünk. Ennek ellenére érdemes próbálkozni vele, mert egy 2012 decemberében bekövetkező jupiterközelség hatására perihélium-távolsága 0,5 CSE-gel megnő, így a következő visszatérések alkalmával nem biztos, hogy vizuálisan is elérhető lesz. Az égitestet ebben a hónapban a Sagittarius, majd a Capricornus csillagképben láthatjuk. Fényessége várhatóan eléri a 13 magnitúdót, április 18-án hajnalban 11 ívpercre délre halad el a 12 magnitúdós NGC 6907 jelű galaxistól.

**81P/Wild 2.** Az 1 Virginis közelében hátráló mozgást végző üstökös 5-én éri el földközelpontját, ám növekvő naptávolsága miatt fényessége lassú hanyatlásnak indul, várhatóan 9,5 és 10 magnitúdó között. A hónap első éjszakáján 18 ívperccel nyugatra lesz látható a 4,1 magnitúdós 1 Virginistől, 16-án hajnalban pedig 8 ívpercre megközelíti a 11,5 magnitúdós NGC 5493 jelű galaxist.

65P/Gunn

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
04.01.	19 58 32	–25 03 23	2,520	2,447	74	12,8
04.06.	20 06 41	–25 01 16	2,464	2,450	78	12,8
04.11.	20 14 30	–24 59 37	2,408	2,453	81	12,8
04.16.	20 21 59	–24 58 42	2,352	2,456	84	12,7
04.21.	20 29 06	–24 58 52	2,295	2,460	87	12,7
04.26.	20 35 50	–25 00 22	2,240	2,464	91	12,6
05.01.	20 42 09	–25 03 32	2,184	2,468	94	12,6
05.06.	20 48 02	–25 08 38	2,129	2,473	98	12,5
05.11.	20 53 26	–25 16 00	2,076	2,478	101	12,5
05.16.	20 58 19	–25 25 54	2,023	2,484	105	12,5
05.21.	21 02 40	–25 38 34	1,972	2,490	109	12,4
05.26.	21 06 26	–25 54 11	1,922	2,496	113	12,4
05.31.	21 09 36	–26 12 50	1,875	2,503	117	12,3
06.05.	21 12 08	–26 34 39	1,830	2,510	121	12,3
06.10.	21 13 59	–26 59 35	1,788	2,517	126	12,3
06.15.	21 15 09	–27 27 31	1,749	2,525	130	12,2
06.20.	21 15 36	–27 58 07	1,714	2,532	135	12,2
06.25.	21 15 21	–28 30 57	1,683	2,541	139	12,2
06.30.	21 14 23	–29 05 29	1,657	2,549	144	12,2



Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
07.05.	21 12 45	-29 41 00	1,635	2,558	149	12,2
07.10.	21 10 29	-30 16 44	1,618	2,567	153	12,2
07.15.	21 07 39	-30 51 43	1,608	2,577	158	12,2
07.20.	21 04 21	-31 24 57	1,603	2,586	161	12,2
07.25.	21 00 42	-31 55 31	1,604	2,596	164	12,2
07.30.	20 56 49	-32 22 37	1,611	2,606	166	12,3
08.04.	20 52 52	-32 45 35	1,625	2,617	165	12,3
08.09.	20 48 58	-33 03 54	1,645	2,628	162	12,4
08.14.	20 45 16	-33 17 12	1,671	2,639	158	12,4
08.19.	20 41 54	-33 25 24	1,703	2,650	154	12,5
08.24.	20 38 59	-33 28 36	1,740	2,661	150	12,6
08.29.	20 36 36	-33 27 03	1,783	2,673	145	12,7
09.03.	20 34 49	-33 21 05	1,831	2,685	140	12,7
09.08.	20 33 40	-33 11 02	1,884	2,697	136	12,8
09.13.	20 33 11	-32 57 18	1,941	2,709	131	12,9
09.18.	20 33 22	-32 40 17	2,002	2,722	126	13,0
09.23.	20 34 13	-32 20 23	2,066	2,734	122	13,1
09.28.	20 35 41	-31 57 56	2,133	2,747	118	13,2

## Kisbolygók

**(1) Ceres.** A kisbolygó egész hónapban a Sagittarius csillagképben fog látszani, de stationárius pontjához közeledve keleti irányú mozgása lelassul. A 8,6 és 8,1 magnitúdó között fényesedő égitest 6-án hajnalban áthalad a nagyméretű, de laza szerkezetű NGC 6568 jelű nyílthalmaz peremén, 9-én hajnalban pedig 3,5 ívperces közelségbe kerül az 5,5 magnitúdós 14 Sagittariinhoz. A legújabb mérések szerint a kisbolygóöv teljes tömegének 32%-át kitevő aszteroida egyenlítői átmérője 975 km, poláris átmérője 909 km, átlagos sűrűsége pedig csak 2,1 g/cm<sup>3</sup>, ami majdnem fele a Vesta sűrűségének. A feltételezések szerint a kisbolygó tömegének akár negyedét is vízjég adhatja, amely 100 km vastag köpenyként öleli körül a sziklás magot. Ha ez igaz, a Ceres a földi vízkészletekkel megegyező mennyiségű vizet tartalmaz.

**(2) Pallas.** A Kígyó fejénél észak felé haladó égitest fényessége 8,7 magnitúdó körül stagnál. A kisbolygóöv tömegének 7%-át magában hordozó, főként szilikátokból, kevés fémből és némi, feltehetően agyagásványokhoz kötött vízből felépülő égitest 8-án este 11 ívpercre keletre halad el a 12,5 magnitúdós NGC 6004 jelű galaxistól.

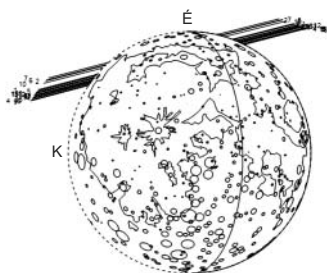
**(4) Vesta.** A Leo fejében látható kisbolygó a hónap elején gyorsan megfordul stationárius pontjában, így mozgásának iránya nyugatiról keletire vált. A 6,8 és 7,3 magnitúdó között halványuló aszteroida 5,34 óra alatt fordul meg egyszer a tengelye körül, ami messze a leggyorsabb a négy legnagyobb kisbolygó között (a többi tengelyforgási ideje 7,2 és 9,1 óra közötti). Ennek okára is választ adhat a Dawn szonda, amely 2011 augusztusában érkezik meg a kisbolygóhoz, mely körül a tervek szerint pályára is áll. Kilenc hónapig fogja vizsgálni a Vestát, majd ionhajtóműve segítségével továbbhalad, és megpróbál eljutni a Ceres közelébe is.

**(9) Metis.** Kedvezőtlen szembenállása lesz idén az 1848-ban Andrew Graham által felfedezett kisbolygónak, amely mindmáig az egyetlen aszteroida, melyet Írországból észelve találtak meg. Április 11-ei szembenállása idején pályája Naptól távolabbi szakaszán jár, így a 200–220 km átmérőjű kisbolygó maximális fényessége csak 9,5 magnitúdó lesz. Az értelem, az ész és a megfontoltság görög istennőjéről elnevezett égitestet a Virgo csillagképben kell keresni, a  $\zeta$  Virginistől néhány fokkal délre, délnyugatra. Útja során 20-án hajnali 3 óra UT-kor áthalad a 15 magnitúdós PGC 46570 jelű galaxison.

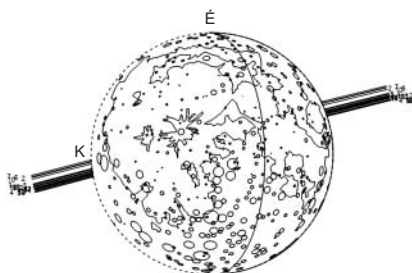
**(532) Herculina.** Nyugati stacionárius pontjához közeledve szép ívben fordul dél felé a Coma Berenices, az Ursa Maior és a Leo csillagképek találkozásánál. Fényessége 9,0 és 9,5 magnitúdó között csökken, 13/14-én 10 ívpercre északra mutatkozik a 15 magnitúdós NGC 3964 jelű galaxistól, 30-án este pedig a 12 magnitúdós NGC 3900-tól 12 ívpercre keletre láthatjuk.

### Április 19-én este a Hold elfedi a Collinder 89 nyílthalmazt

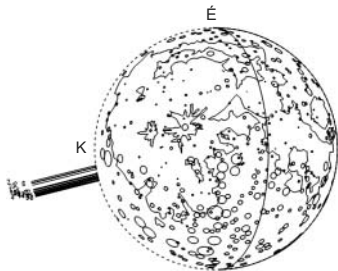
Az év egyik leglátványosabb okkultációja lehet ez az esemény. A szétszórt Collinder 89 ugyan nem nyújt olyan lenyűgöző látványt, mint a Fiastyúk, de az alig 28 százalékos fázisú Hold mellett, az árnyékos peremen majd' kéttucat 6–10 magnitúdós csillag



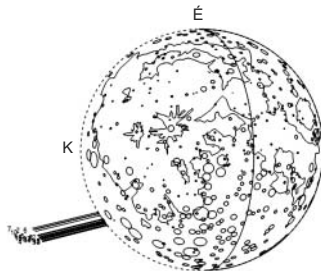
A 8 Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve április 19-én



A 9 Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve április 19-én



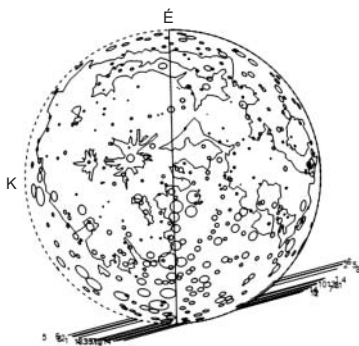
A 10 Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve április 19-én



A 11 Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve április 19-én

eltűnését követhetjük nyomon. A leglátványosabbnak a 8, 9, 10, 11 Gem fedése ígérkezik, kiváló témát szolgáltatva asztrofotósainknak. A 8 Gem 0,1"-es kettőscsillag, a 9 Gem alfa Cyg típusú, a 11 Gem béta Cephei típusú változó. A halmaz középpontja a 10–11 Gem környékén található, ahol a fényesebb tagok Y alakot rajzolnak ki. A jelenleg nagyon kényelmes időpontban, a sötétség beálltakor veszi kezdetét 19.03 UT-kor a 8 és 9 Geminorummal, amikor kísérőnk 36–41 fokos magasságban tartózkodik. Szűk egy órával később kezdődik a halmaz fedése, még mindig kellemes, 30 fokos magasságban. A legfényesebb tagok kilépését is láthatjuk a megvilágított oldalon. 21:35 UT körül a 7<sup>m</sup>,6-s HD 43966 elhagyja a Hold peremét, ezzel a halmazfedés véget ér. Kísérőnk azonban még ekkor is 10–12 fok magasan fog tartózkodni. A távoli 6<sup>m</sup>-s csillag, a ZC 983 (HD 44927) fedése már csak 2–5 fokos magasságban zajlik, ezért a megfigyelése nem lesz könnyű. (Részletes időpontok a *Hold csillagfedései* táblázatban találhatóak a 67. oldalon.)

## Április 21-én koraeste a Hold elfedi a $\zeta^1$ Cancri kettőscsillagot



A  $\zeta^1$  Cancri kettőscsillag fedése Magyarország egyes városaiból nézve április 21-én



A  $\zeta^1$  Cancri kettőscsillag fedése április 21-én

Ezen az áprilisi koraeste látványos kettőscsillag fedésére kerül sor. A főcsillag 5,0 magnitúdós, a társ 6,2 magnitúdós fénnel világít. A kettőscsillag keringési periódusa igen hosszú: 1115 év, 2010-ben a komponensek egymástól 5,92 ívmásodpercre helyezkednek el PA 68,4 fok irányában. A páros 83 fényévre található Naprendszerünkötől.

Először a B csillag fog eltűnni a Hold déli pereménél, majd 10–20 másodperccel később a fényesebb A csillag. Nagy távcsövekkel, nagy nagyítással könnyen felbontható lesz a páros. A kilépésre néhány perccel később a világos oldalon kerül sor, itt is először a halványabb csillag lép ki, a világos holdperem miatt igazi kihívás lesz a láthatósága. A fényesebb csillag néhány másodperc múlva követi. Szombathely épp a súroló fedés vonalában helyezkedik el, itt (a megfigyelőhelyet kedvezően megválasztva) a társ eltűnik és 5–10 percig a Hold mögött marad, miközben a főcsillag néhány ívmásodperccel elvonul a holdperem mellett!

A fedés idején a Hold megvilágított sága éppen 50% és 55 fok magasan lesz a látóhatár felett. A fedésre erős szürkületben kerül sor, a Nap 6–12 fokkal lesz a horizont alatt.

## belépés

Hely	UT			UT			Nap °	Hold °	CA °	PA °
	h	m	s	h	m	s				
	Főcsillag			B csillag						
1 Budapest	18	24	38	18	24	26	-8	55	8S	184
2 Debrecen	18	23	14	18	23	1	-9	54	16S	176
3 Győr	18	25	16	18	24	30	-7	56	5S	188
4 Kecskemét	18	27	19	18	26	43	-9	55	7S	186
5 Miskolc	18	21	5	18	20	57	-8	55	17S	176
6 Nyíregyháza	18	21	39	18	21	29	-9	54	18S	174
7 Paks	18	30	17	18	29	23	-9	56	1S	191
8 Salgótarján	18	21	27	18	21	11	-7	55	14S	178
9 Sopron	18	26	31	18	26	13	-6	56	0S	193
10 Szeged	18	30	41	18	30	10	-10	55	4S	188
11 Székesfehérvár	18	27	10	18	26	40	-8	56	4S	188
12 Szekszárd	18	33	0	18	31	37	-9	56	-2S	195
13 Szombathely				18	30	5	-7	56	-6S	198
14 Tatabánya	18	25	36	18	24	52	-7	56	5S	188
15 Veszprém	18	28	36	18	27	46	-8	56	1S	192

## kilépés

Hely	UT			UT			Nap °	Hold °	CA °	PA °
	h	m	s	h	m	s				
	Főcsillag			B csillag						
1 Budapest	18	50	51	18	51	30	-12	52	-36S	228
2 Debrecen	18	58	6	18	58	36		50	-44S	236
3 Győr	18	46	33	18	47	21	-10	53	-32S	225
4 Kecskemét	18	51	51	18	52	37		52	-35S	227
5 Miskolc	18	56	25	18	56	54		50	-44S	237
6 Nyíregyháza	18	58	30	18	58	58		50	-46S	238
7 Paks	18	47	54	18	48	48	-12	53	-29S	222
8 Salgótarján	18	54	0	18	54	30		51	-41S	234
9 Sopron	18	42	6	18	43	7	-9	54	-27S	220
10 Szeged	18	51	48	18	52	36		52	-32S	225
11 Székesfehérvár	18	48	0	18	48	49	-11	53	-32S	224
12 Szekszárd	18	45	45	18	46	59	-11	54	-26S	218
13 Szombathely				18	40	32	-9	55	-22S	214
14 Tatabánya	18	47	12	18	47	59	-10	53	-32S	225
15 Veszprém	18	45	35	18	46	32	-10	54	-28S	221

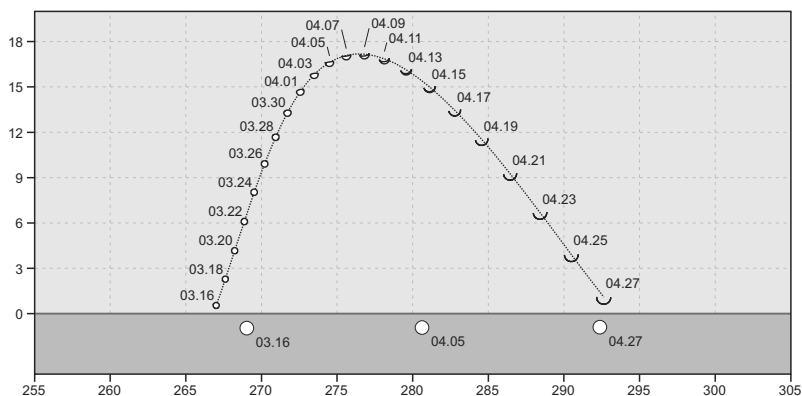
## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC No név m	Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
4 12	12 0 34	ki	3501 19 Psc	5,0	5 – 33	234 54	É	292	+1,8 –2,9
4 16	18 46 26	be	X 65304	9,3	5 + 12	289 81	D	77	+0,0 –1,0
4 16	19 11 24	be	75866	9,4	5 + 8	293 44	D	114	–0,4 –1,8
4 17	18 13 25	be	624	6,8	11 + 28	276 23	D	144	–0,3 –3,2
4 17	18 34 1	be	76523 <sup>1</sup> HDS 541	7,6	11 + 24	280 62	É	49	+0,7 –0,3
4 17	20 1 38	be	76545	7,9	11 + 11	294 72	É	59	+0,1 –0,7
4 17	20 18 32	be	76552	7,6	11 + 8	296 42	D	125	–0,6 –1,8
4 19	19 3 19	be	954 8 Gem	6,1	28 + 39	264 49	É	50	+1,5 +0,1
4 19	19 14 29	be	956 9 Gem	6,2	28 + 37	266 84	D	97	+0,6 –1,5
4 19	19 49 0	be	78192	8,4	28 + 31	273 46	É	47	+1,3 +0,0
4 19	19 56 32	be	78197	8,2	28 + 30	274 58	É	60	+0,9 –0,7
4 19	20 7 7	be	960 10 Gem	6,6	28 + 28	275 80	D	102	+0,2 –1,6
4 19	20 22 45	be	962 11 Gem	6,9	28 + 25	278 57	D	125	–0,1 –1,9
4 19	20 44 19	be	X 8814	7,6	28 + 22	281 53	D	129	–0,2 –2,0
4 19	22 44 30	be	983	6,1	29 + 4	301 80	É	83	–0,4 –1,0
4 19	22 49 11	be	982	6,8	29 + 3	302 51	É	53	–0,1 –0,6
4 20	19 42 51	be	79250	7,8	39 + 40	258 82	D	106	+0,7 –1,6
4 21	18 24 26	be	97646 <sup>2</sup> ζ Cnc C	6,2	49 + 55	218 8	D	184	–0,8 –5,2
4 21	18 24 39	be	1236 <sup>3</sup> ζ Cnc A	5,1	50 + 55	218 8	D	185	–0,8 –5,3
4 21	18 24 40	be	X108006 <sup>4</sup> ζ Cnc B	6,2	50 + 55	218 8	D	185	–0,9 –5,3
4 21	18 50 51	ki	1236 <sup>5</sup> ζ Cnc A	5,1	50 + 52	228 –35	D	228	+3,2 +2,0
4 21	18 55 52	be	1241	6,5	50 + 52	229 72	D	121	+1,0 –1,7
4 21	19 42 6	be	97680	7,7	50 + 46	242 86	D	107	+1,0 –1,5
4 23	16 0 41	be	1468 π Leo	4,7	71 + 38	127 82	É	100	+1,2 +0,8
4 24	23 2 32	be	1605 62 Leo	6,0	83 + 25	240 36	D	162	+0,4 –2,3
4 25	19 43 22	be	1713	5,6	90 + 37	168 23	D	173	+0,3 –2,0

<sup>1</sup> AB m1 = 7<sup>m</sup>9 m2 = 8<sup>m</sup>3 sep = 0,4" PA = 357<sup>2</sup> CB m1 = 6<sup>m</sup>3 m2 = 6<sup>m</sup>0 sep = 5,7" PA = 253<sup>3</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>7 m2 = 5<sup>m</sup>9 sep = 1,1" PA = 35<sup>4</sup> BA m1 = 5<sup>m</sup>9 m2 = 5<sup>m</sup>7 sep = 1,1" PA = 215<sup>5</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>7 m2 = 5<sup>m</sup>9 sep = 1,1" PA = 35

## A Merkúr dichotómiája

Ennek a bolygónak már a megpillantása is komoly eredmény, hiszen 28 foknál jobban soha nem távolodik el központi csillagunktól. Tovább nehezíti helyzetünket, amikor az ekliptika alacsonyan tartózkodik a horizont fölött. Egy-egy láthatóság alatt csak rövid időszak áll rendelkezésre az érdemi munkához, ráadásul ezalatt is jelentősen változik a Merkúr látszó mérete és fázisa. Április első felében az esti égen figyelhető meg keleti



A Merkúr az esti szürkületi égen március–áprilisban. Az év folyamán ez a legkedvezőbb esti láthatósága.

kitérésben, melynek legnagyobb értéke 19,3 fok. Az 50%-os fázis április 6-án várható. Ennek figyelemmel kísérése érdekes feladat, hiszen a bolygó legkevésbé sincs „tekintettel” az előrejelzésekre, néhány nap eltérés könnyen előfordulhat. Értékét több tényező is befolyásolhatja, például a megfigyelés során alkalmazott színszűrők. A fázis becsléséhez már kis átmérőjű távcső is elegendő. A Merkúr április 6-án 19 fokra lesz a Naptól. Megkeresését nagyban segíti a közelében fényesen ragyogó Vénusz.

## A Halley-kráter

Edmund Halley, a híres angol csillagász nevét egy 36 kilométeres kráter őrzi a Hold tőlünk látható félgömbjének középpontja közelében. A Halley-kráter két hatalmas, közel 150 kilométeres romkráter között fekszik, ami nagyon megkönnyíti az azonosítást. Az északra fekvő óriás a Hipparchus, a déli pedig az Albategnius-kráter. A Halley-kráter alját bazaltos láva tölti ki, csak egy apró központi csúcs látható, de az is csak nagyobb műszerekkel. Kráterünk, csakúgy, mint a két hatalmas szomszédja, nagyon idős alakzat, kora legalább 3,85 milliárd év, vagyis Holdunk pre-imbrium korszakába tehető a keletkezése. Ebben az időszakban még rendkívül intenzív bombázás érte a Hold felszínét (és természetesen a többi naprendszerbeli égitestet is), majd mintegy 3,85 milliárd évvel ezelőtt hirtelen megritkultak a medencéket és a nagy krátereket létrehozó becsapódások. Az újabb elgondolások szerint a „kései nagy bombázás” kiváltó oka a Jupiter volt, amikor a környezetében elhaladó bolygócsírákkal gravitációs kölcsönhatásba lépve veszített mozgási energiájából, és ennek következtében kissé beljebb vándorolt. Eközben 1:2 arányú rezonanciába került a kifelé vándorló Szaturnusszal, vagyis amíg a Szaturnusz egyszer, a Jupiter pontosan kétszer kerülte meg a Napot. A két gázóriás gravitációs „összejátszása” drámai hatással volt az apró égitestekre. Számítalan kisbolygó kényszerült megváltoztatni mozgását, olyan formában, hogy azok keresztet-

ték több égitest, bolygók és holdjaik pályáját, és számos becsapódás is történt. Ha az első negyed környékén járó Holdat kémleljük távcsövünkkel, és történetesen éppen a Halley-krátert állítottuk a látómezőbe, jusson eszünkbe, hogy földi léptékekben mérve elképesztően ősi világot látunk.

## Évforduló

### 100 éve, 1910. április 20-án volt napközben a Halley-üstökös

A Halley-üstökös kulcsfontosságú szerepet játszott a csillagászat fejlődésében, amint az könyvek és cikkek végeláthatatlan során keresztül közismert a csillagászat kedvelőinek körében. Az 1682-es megjelenés, valamint az 1456., 1531. és 1607. évi üstökösök pályáinak elemzése alapján Edmond Halley (1656–1742) megállapította, hogy ugyanazon üstökös többszöri visszatéréséről lehet szó. Synopsis Astronomiae Cometae című munkájában (1705) előre jelezte 1758-as visszatérését is. Ennek bekövetkezte után nevezték el róla az üstököst, bár a perihélium-átmenet a Jupiter és Szaturnusz perturbáló hatása miatt csak 1759 márciusában történt meg. Halley munkája Kepler bolygómozgási törvényeinek és Newton gravitációelméletének első alkalmazása volt egy újonnan felmerült problémára. Érdekes, hogy Newton alapvető munkáját (Principia Mathematica Philosophiae Naturalis, 1687) Halley biztatására és költségén jelentette meg. Halleynek az üstökösre vonatkozó vizsgálata másfelől az archeasztronómia módszereinek egyik legkorábbi példája is. A Halley-üstökös lett az első ismert periodikus üstökös, így mai hivatalos jelölése 1P/Halley. A Halley-üstökös korábbi visszatéréseit teljes bizonyossággal Kr. e. 87-ig, és némi bizonytalansággal 240-ig tudták követni. Nevezetessé vált az 1066-os megjelenése, amit a világhírű, 70 méteres bayeux-i falikárpit egyik képe jelenít meg. Az üstökös 1066-os megjelenését rossz előjelnek tekintették, és röviddel utána Anglia királya, II. Harold meg is halt a Hastingsi csatában. A történetírás ezután 1456-ig „hallgat” az üstökösről, amikor a kométa rendkívül közel haladt el a Föld mellett. Csóvája az égbolt 60%-ára terjedt ki, és a leírások szerint „szablya” alakú volt. 1835-ös eljövételéről már bőséges megfigyelési adat áll rendelkezésre, hiszen világszerte észlelték. Az 1910-es visszatérés több szempontból is különleges volt. A



A Halley-üstökös a Yerkes Obszervatóriumból 1910 áprilisában

visszatérő üstököst már 1909. szeptember 11-én megtalálta Max Wolf egy Heidelbergben általa készített fotón. Bár nem ez volt az első üstökös, amelyről fotó készült, de ez volt az első, amelyről fotografikus észlelések által kapott pályaadatok születtek. A legemlékezetesebb azonban májusi földközelsége volt. Ez alkalommal olyan helyzetbe került, hogy 1910. május 18-án Földünk áthaladt az üstökös csóváján, aminek eredményeként pánikhullám söpört végig a világon. Egyes újságcikkek azzal riogatták az embereket, hogy az üstökös csóvája lesöpri majd a Föld egész légkörét, mások szerint cián tartalmú

gázanyaga megmérgezi azt, és ily módon bekövetkezik a világvége. Számtalan híressé vált karikatúra, képeslap, emléktárgy (például ékszerek, festett porcelántálak) maradt fenn ezzel kapcsolatban. Természetesen mindez annak lehetett a következménye, hogy akkoriban még igen keveset tudtak az üstökösök szerkezetéről, fizikai jellemzőiről. E nevezetes visszatérés során a világ több pontján is készültek színekpfelvételek róla, amelyek segítettek tisztázni az anyagi összetételét is. Mark Twain így vallott magáról az üstökös kapcsán 1909-ben: „A Halley-üstökössel jöttem 1835-ben e világra, és mint-hogy jövőre ismét jön, úgy vélem, el is megyek vele. Életem legnagyobb csalódása lenne, ha nem távozhatnék vele együtt.” – és így is történt, a híres író 1910. április 21-én, az üstökös napközelsége után egy nappal távozott a csillagok közé. A legutóbbi, 1986-os visszatérését e sorok olvasói közül is sokan láthatták. Bár látványa korántsem vete-kedett néhány azóta látott üstökössel (például Hyakutake, Hale-Bopp, McNaught), megjelenése mindenképpen figyelemre méltó esemény volt. Világszerte nagy észlelési kampány előzte meg közelségét, hivatásos és amatőr csillagászok ezrei mérték, figyelték minden nap, sőt a történelemben először űreszközök armádiája is indult feltárára, melynek során először készülhettek fényképek egy üstökös magjáról. De nem csak a csillagászat iránt érdeklődők tudtak az üstökösről, akkoriban talán nem is volt olyan ember a Földön, aki ne hallott volna a Halley-üstökös visszatéréséről. Aki akkor nem láthatta, 2061-ben várható következő visszatérése során bizvást megtekintheti.

### Jupiter-holdak

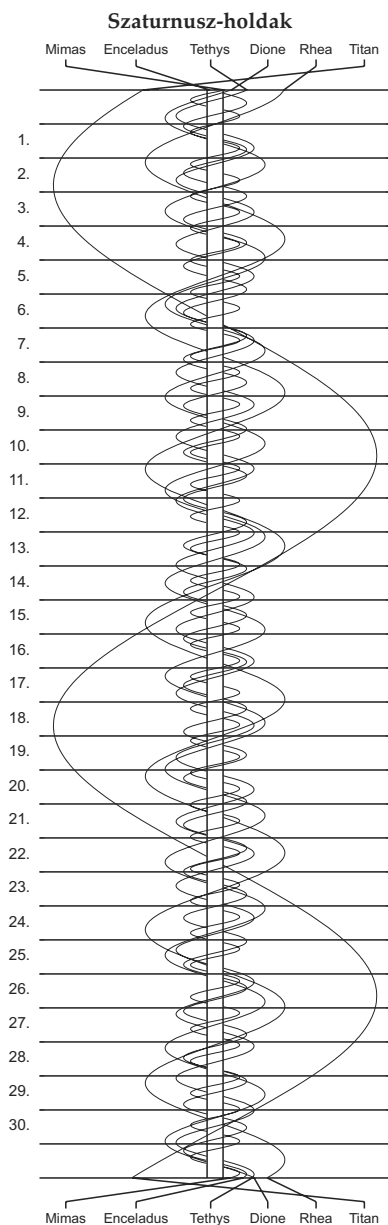
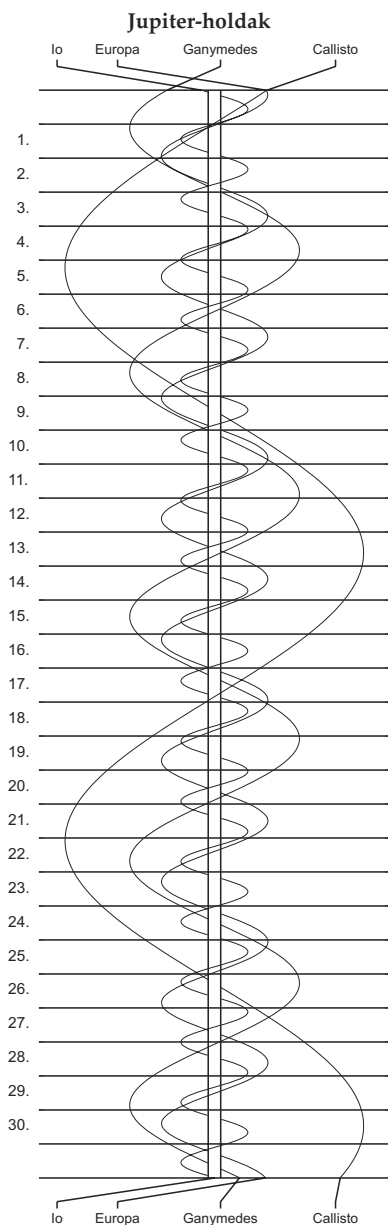
nap	UT h:m	hold	jelenség
8	3:38,0	Europa	áv
15	3:23,1	Europa	ák

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – május**

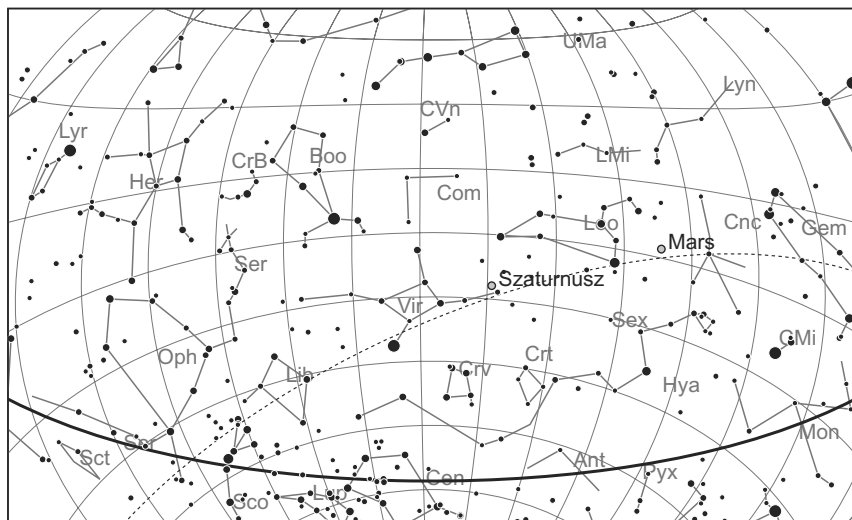
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. sz 121.	4 27	11 41	18 55	57,6	+2,8	22 39	1 50	5 56	
2. v 122.	4 25	11 41	18 57	57,9	+3,0	23 25	2 45	6 52	
19. hét									
3. h 123.	4 24	11 40	18 58	58,2	+3,1	–	3 38	7 54	
4. k 124.	4 22	11 40	19 00	58,5	+3,2	0 02	4 28	9 00	
5. sz 125.	4 21	11 40	19 01	58,8	+3,3	0 31	5 14	10 05	
6. cs 126.	4 19	11 40	19 02	59,1	+3,3	0 54	5 58	11 10	● 5 15
7. p 127.	4 18	11 40	19 04	59,4	+3,4	1 15	6 40	12 15	
8. sz 128.	4 16	11 40	19 05	59,6	+3,5	1 33	7 21	13 19	
9. v 129.	4 15	11 40	19 06	59,9	+3,5	1 51	8 01	14 24	
20. hét									
10. h 130.	4 13	11 40	19 08	60,2	+3,6	2 09	8 43	15 30	
11. k 131.	4 12	11 40	19 09	60,4	+3,6	2 28	9 27	16 39	
12. sz 132.	4 11	11 40	19 10	60,7	+3,6	2 51	10 13	17 50	
13. cs 133.	4 09	11 40	19 12	60,9	+3,7	3 18	11 03	19 02	
14. p 134.	4 08	11 40	19 13	61,2	+3,7	3 53	11 58	20 12	● 2 04
15. sz 135.	4 07	11 40	19 14	61,4	+3,7	4 37	12 55	21 17	
16. v 136.	4 05	11 40	19 15	61,6	+3,6	5 33	13 55	22 12	
21. hét									
17. h 137.	4 04	11 40	19 17	61,9	+3,6	6 40	14 54	22 57	
18. k 138.	4 03	11 40	19 18	62,1	+3,6	7 55	15 51	23 33	
19. sz 139.	4 02	11 40	19 19	62,3	+3,6	9 14	16 46	–	
20. cs 140.	4 01	11 40	19 20	62,5	+3,5	10 33	17 38	0 02	
21. p 141.	4 00	11 40	19 21	62,7	+3,4	11 52	18 27	0 26	● 0 43
22. sz 142.	3 59	11 40	19 23	62,9	+3,4	13 09	19 16	0 49	
23. v 143.	3 58	11 40	19 24	63,1	+3,3	14 26	20 05	1 10	
22. hét									
24. h 144.	3 57	11 40	19 25	63,3	+3,2	15 43	20 56	1 32	
25. k 145.	3 56	11 41	19 26	63,5	+3,1	17 00	21 48	1 57	
26. sz 146.	3 55	11 41	19 27	63,6	+3,0	18 15	22 42	2 27	
27. cs 147.	3 54	11 41	19 28	63,8	+2,9	19 25	23 37	3 02	
28. p 148.	3 53	11 41	19 29	64,0	+2,8	20 27	–	3 46	○ 0 07
29. sz 149.	3 52	11 41	19 30	64,1	+2,7	21 18	0 33	4 39	
30. v 150.	3 52	11 41	19 31	64,3	+2,5	21 58	1 27	5 39	
23. hét									
31. h 151.	3 51	11 41	19 32	64,4	+2,4	22 30	2 19	6 44	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## május

nap	Julían dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 318	4 35 16	A munka ünnepe; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 455 319	4 39 12	Zsigmond, Ráhel
3.	2 455 320	4 43 09	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
4.	2 455 321	4 47 05	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 455 322	4 51 02	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
6.	2 455 323	4 54 58	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 455 324	4 58 55	Gizella, Dalma
8.	2 455 325	5 02 51	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 455 326	5 06 48	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 455 327	5 10 45	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
11.	2 455 328	5 14 41	Ferenc, Jakab
12.	2 455 329	5 18 38	Pongrácz, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
13.	2 455 330	5 22 34	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 455 331	5 26 31	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
15.	2 455 332	5 30 27	Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 455 333	5 34 24	Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 455 334	5 38 20	Paszkál, Andor
18.	2 455 335	5 42 17	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 455 336	5 46 14	Ivó, Milán
20.	2 455 337	5 50 10	Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 455 338	5 54 07	Konstantin, András, Mirella
22.	2 455 339	5 58 03	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 455 340	6 02 00	Pünkösöd; Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 455 341	6 05 56	Pünkösöd; Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince
25.	2 455 342	6 09 53	Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 455 343	6 13 49	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
27.	2 455 344	6 17 46	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 455 345	6 21 43	Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
29.	2 455 346	6 25 39	Magdolna, Mária
30.	2 455 347	6 29 36	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 455 348	6 33 32	Angéla, Petronella, Mária, Matild



*A déli égbolt május 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** Május elején nincs megfigyelésre alkalmas helyzetben. A hónap közepétől már kereshető napkelte előtt a keleti horizont közelében, de láthatósága nagyon kedvezőtlen. 26-án van legnagyobb nyugati kitérésben,  $25,1^\circ$ -ra a Naptól. Azonban ekkor is csak háromnegyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Feltűnően látszik az esti nyugati égen, magasan a látóhatár felett. Egész hónapban bő két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m,9$ -ról  $-4^m,0$ -ra, átmérője  $11,4''$ -ről  $12,9''$ -re nő, fázisa  $0,89$ -ről  $0,81$ -re csökken.

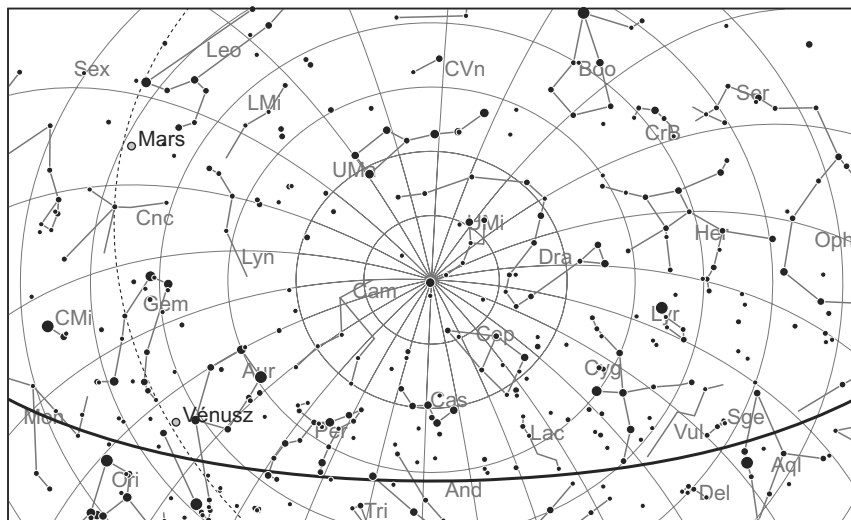
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Rák, majd az Oroszlán csillagképben. Az éjszaka első felében látható, éjfél után nyugszik. Fényessége  $0^m,7$ -ről  $1^m,1$ -ra, átmérője  $7,3''$ -ről  $6,0''$ -re csökken.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Vízöntő, majd 3-tól a Halak csillagképben. Hajnalban kel, feltűnően látszik a délkeleti ég alján. Fényessége  $-2^m,2$ , átmérője  $36''$ .

**Szaturnusz:** Az éjszaka első felében látható a Szűz csillagképben, hajnalban nyugszik. Egyre lassuló hátráló mozgást végez, mely 31-én fordul előretartó mozgásba. Fényessége  $0^m,7$ , átmérője  $19''$ .

**Uránusz:** Kora hajnalban kel. A hajnali délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz kereshető a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** Éjfél után kel. Hajnalban kereshető a Vízöntő csillagképben.



*Az északi égbolt május 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

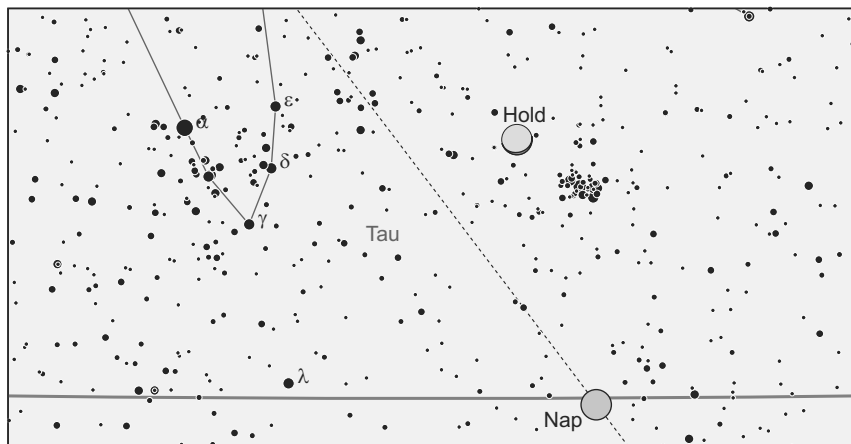
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

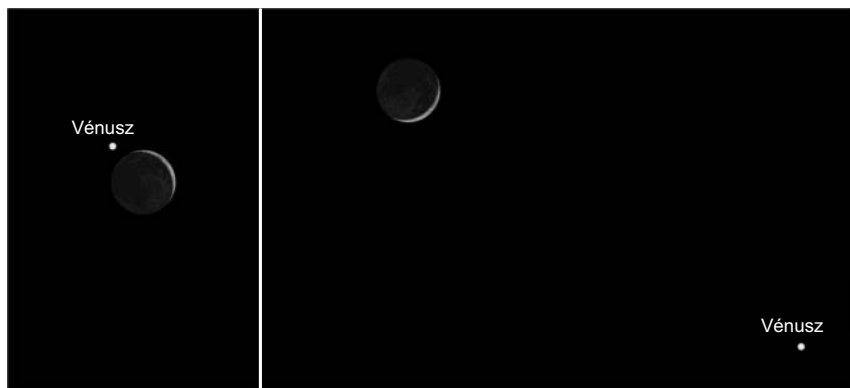
- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 05.01. | 19:10 | A Vénusz ( $-3^m9$ ) $27^{\circ}44''$ -re megközelíti a $\kappa^2$ Tau-t ( $5^m3$ ) valamint $24^{\circ}28''$ -re a $\kappa^1$ Tau-t ( $4^m2$ ) |
| 05.02. | 0:21  | Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,7^\circ$ -nál (86,3%-os csökkenő holdfázis)   |
| 05.02. | 19:15 | A (18) Melpomene kisbolygó ( $11^m2$ ) $3,5'$ -cel északnyugatra a 117 Tau-tól  |
| 05.03. | 2:34  | A 79,0%-os csökkenő fázisú Hold $36'$ -re megközelíti az M22 jelű gömbhalmazt a Sagittarius csillagképben                                       |
| 05.06. | 4:15  | Utolsó negyed (Hold az Aquarius csillagképben)  |
| 05.06. | 21:55 | Hold földtávolban (földtávolság: 404 196 km, látszó átmérő: $29'34''$ , 43,1%-os csökkenő holdfázis)  |
| 05.07. | 1:58  | A 41,5%-os csökkenő fázisú Holdtól $3^\circ34'$ -cel délkeletre a Neptunusz   |
| 05.09. | 19:27 | A Vénusz $28'$ -cel északkeletre az NGC 1746 jelű nyílthalmaztól (Taurus csillagkép)  |
| 05.11. | 0:04  | Hold déli librációja ( $b = 6,64^\circ$ )   |
| 05.11. | 20:11 | Hold maximális librációja ( $l = -4,81^\circ$ , $b = -6,53^\circ$ )   |
| 05.12. | 2:35  | 46 óra 29 perces holdsarló $6,2^\circ$ magasan a hajnali égen   |
| 05.13. | 2:34  | 22 óra 30 perces holdsarló $1,7^\circ$ magasan a hajnali égen   |
| 05.13. | 4:37  | Hold nyugati librációja ( $l = -5,06^\circ$ )   |
| 05.14. | 1:04  | Újhold (Hold az Aries csillagképben)  |
| 05.14. | 1:47  | A 10P/Tempel 2-üstökös $16'$ -cel nyugatra a 17 Aqr-tól   |

**Dátum Időpont Esemény**

05.14.	18:49	17 óra 45 perces holdsarló 2,5° magasan az esti égen (Fiastyúk tőle 3,0° nyugatra)
05.15.	13:27	Hold eléri legnagyobb deklinációját +24,5°-nál (2,8%-os növekvő holdfázis)
05.15.	18:51	41 óra 47 perces holdsarló 11,2° magasan az esti égen (Vénusz tőle 8,8° keletre)
05.16.	9:19	A nappali égen a 6,6%-os növekvő fázisú holdkorong peremétől 5'56"-cel északra a Vénusz
05.16.	19:40	A 9,2%-os növekvő fázisú Hold 1,8°-ra megközelíti az M35 jelű nyílthalmazt a Gemini csillagképben
05.17.	1:40	A (15) Eunomia kisbolygó (9 <sup>m</sup> 9) 23,2'-cel északra az M54 jelű gömbhalmaztól (7 <sup>m</sup> 7)
05.17.	19:33	A Hold súrolva elfedi a ZC 78987-ot az északi pereme mentén (7 <sup>m</sup> 5-s, 16,7%-os növekvő holdfázis)
05.17.	19:43	A Vénusz (-4 <sup>m</sup> 0) 27'4"-re megközelíti a 132 Tau-t (4 <sup>m</sup> 9)
05.19.	19:45	A 36,7%-os növekvő fázisú Hold 2,3°-ra megközelíti az M67 jelű nyílthalmazt a Cancer csillagképben
05.19.	20:54	A (192) Nausikaa kisbolygó (11 <sup>m</sup> 8) 7,8'-cel északra az NGC 5054 jelű galaxistól (11 <sup>m</sup> 0)
05.20.	8:43	Hold földközeli (földtávolság: 369 773 km, látszó átmérő: 32'19", 42,8%-os növekvő holdfázis)
05.20.	23:43	Első negyed (Hold a Leo csillagképben)
05.21.	20:07	A Hold mögé belép a 36 Sextantis (6 <sup>m</sup> 3, 59,7%-os növekvő holdfázis)
05.21.	20:20	A Vénusz 42'-re az M35 jelű nyílthalmaztól (Gemini csillagkép)
05.24.	0:57	Hold északi librációja (b = 6,71°)



Május 14-én az esti szürkületben vékony, 17 óra 45 perc korú holdsarló figyelhető meg a nyugati égen, 2,5° magasan (a Fiastyúk a holdsarlótól 3,0°-kal nyugatra lesz).



Május 16-án a délelőtti órákban a Hold és a Vénusz idei legnagyobb látszólagos közelségét éri el. 9:20 UT körül a Hold 6'-re megközelíti a Vénusz bolygót. A Hold két nappal van újhold után, azaz mindössze 30 fokra van a Naptól. Mivel a jelenség délelőtt látszik, a Hold a Nap „alatt” található, azaz a Nap a jelenség idején 50, a Hold 30 fokkal van a horizont felett. A ragyogó Vénusz bolygó fázisa 85%, mindössze 12" átmérőjű korong. Este napnyugta után a Hold és a Vénusz már eltávolodott egymástól, viszont a páros közelében az M35 nyílthalmaz és a Gemini nyugati részének fényes csillagai hálás fototémát adnak.

### Dátum Időpont Esemény

05.24.	20:28	A Vénusz ( $-4^m0$ , $12,5''$ átmérőjű) $2'11''$ -re megközelíti a TYC 1882-1665-1-et ( $6^m5$ )
05.26.	2:23	Merkúr legnagyobb nyugati elongációja ( $25,1^\circ$ elongáció, $0^m6$ , $8,2''$ átmérő, 39% fázis, Aries csillagkép)
05.26.	19:30	A Vénusz ( $-4^m0$ , $12,7''$ átmérőjű) $1'21''$ -re megközelíti a TYC 1884-1235-1-et ( $7^m9$ )
05.27.	1:01	A (68) Leto kisbolygó ( $10^m7$ ) $5,6'$ -cel délre a 45 Oph-tól
05.27.	21:58	Hold keleti librációja ( $l = 5,05^\circ$ )
05.27.	23:07	Telihold (Hold a Scorpius csillagképben)
05.28.	19:43	A Vénusz ( $-4^m0$ ) $28'41''$ -re megközelíti az $\epsilon$ Gem-et ( $3^m0$ )
05.28.	23:23	Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,9^\circ$ -nál (98,8%-os csökkenő holdfázis)
05.31.	20:05	A Vénusz ( $-4^m0$ ) $25'57''$ -re megközelíti az $\omega$ Gem-et ( $5^m2$ )

## Üstökösök

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** A hónap első napjaiban éri el pályája legészakibb pontját,  $+64$  fokos deklinációnál. Fényessége 11,5 magnitúdó környékén várható, nyugati, majd déli irányú mozgása annyira lelassul, hogy egy hónap alatt csak 3 fokot mozdul el a Draco csillagképben. Május 5-én este 9 ívperccel északra halad el az NGC 5807 jelű 14 magnitúdós galaxistól.

**C/2009 K5 (McNaught).** A lassan halványuló üstökös a hónap közepén 7 fokra megközelíti az északi pólust. A 8–10 magnitúdós égitest a Cepheus, majd a Camelopardalis csillagképben kereshető az esti égen, 10-én hajnalban néhány ívpercre lesz látható a  $\rho^1$  és  $\rho^2$  Cephei csillagok párosától.

**C/2009 R1 (McNaught).** Robert McNaught 2009. szeptember 9-én fedezte fel 51. üstökösét, amely egy 17,3 magnitúdós, apró kómájú égitest volt. Ha minden kedvezően alakul, ez lehet az idei esztendő legfényesebb üstököse, július 2-ai napközelsége idején talán szabad szemmel is látható lesz. Ebben a hónapban azonban még csak 11 és 9 magnitúdó között fényesedő égitest lesz a hajnali égen. A Pegasus, majd a Pisces, és néhány napig az Andromeda csillagképben látható üstökös a hónap végén már 1,8 fokot tesz meg naponta.

**10P/Tempel 2.** Folytatja a gyors, előretartó mozgást az Aquarius és részben a Capricornus csillagképben. Földtávolsága a hónap végén 1 CSE alá csökken, napi elmozdulása eléri a háromnegyed fokot, fényessége pedig átlépi a 10 magnitúdót. A hónap végén már binokulárokkal is könnyű célpontnak ígérkezik ez a hajnali üstökös. Az égitestet felfedező Ernst Wilhelm Liebrecht Tempel (1821–1889) német csillagász volt, ám előbb Franciaországban, majd Itáliában dolgozott. Vizuális munkája során 12 üstökösöt és 5 kisbolygót fedezett fel, nevét a (3808) Tempel kisbolygó és egy 45 km-es holdkráter viseli.

**65P/Gunn.** Előretartó mozgást végez a Capricornus délnyugati sarkában, ám stationárius pontjához közeledve sajátmozgása lassul. Fényessége a hónap végére megközelíti a 12,5 magnitúdót, 4-én 10 ívperccel északra halad el a 4 magnitúdós  $\psi$  Capricornitól. Az üstökösöt felfedező James Gunn neve a róla elnevezett fotometriai rendszer miatt lehet ismerős, többek között a Sloan Digitális Égboltfelmérő program is ilyen rendszerben dolgozott.

**81P/Wild 2.** A Virgo csillagkép keleti felében tartózkodó üstökös gyorsan halványodik 10 és 11 magnitúdó között, miközben hátráló mozgása előretartóba vált. A nyugati stationárius pontjában forduló égitest csak 1,3 fokot mozdul el az égen egy hónap alatt.

C/2009 R1 (McNaught)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
05.01.	23 29 25	+08 09 37	1,960	1,439	45	11,0
05.06.	23 40 39	+11 11 34	1,833	1,352	46	10,6
05.11.	23 53 25	+14 37 14	1,708	1,264	47	10,2
05.16.	00 08 18	+18 30 29	1,587	1,174	48	9,7
05.21.	00 26 06	+22 54 46	1,472	1,082	47	9,2
05.26.	00 48 06	+27 51 18	1,367	0,989	46	8,6
05.31.	01 16 11	+33 15 36	1,276	0,894	44	8,0
06.05.	01 53 03	+38 50 37	1,203	0,799	41	7,4
06.10.	02 41 54	+43 57 01	1,155	0,704	37	6,8
06.15.	03 44 15	+47 27 17	1,135	0,611	32	6,1
06.20.	04 55 15	+48 04 01	1,148	0,525	27	5,5
06.25.	06 02 44	+45 11 38	1,192	0,454	22	5,0
06.30.	06 56 18	+39 26 26	1,259	0,411	17	4,6
07.05.	07 34 07	+32 06 42	1,336	0,410	13	4,8
07.10.	07 59 58	+24 28 25	1,412	0,450	10	5,3
07.15.	08 18 32	+17 16 25	1,481	0,520	11	6,0



## Kisbolygók

(1) **Ceres.** Stacionárius pontját elhagyva délnyugati irányban mozog a Sagittarius csillagképben, fényessége 8,1 és 7,5 magnitúdó között növekszik. A hónap elején mélyég-objektumokban szegényes területen halad, ám 24-én este eléri az 50 ívperc átmérőjű IC 4685 jelű ködkomplexumot, melyen három nap alatt halad át, a hónap legvégén pedig megközelíti a vele szomszédos M8 komplexumot, a Lagúna-ködöt.

(2) **Pallas.** Szokatlan helyen, a Serpens, majd a Corona Borealis csillagképben, az ekliptikától 45 fokkal északra láthatjuk ezt a kisbolygót. Ennek oka nagy, 34 fokos pályahajlása, ami igen különleges az aszteroidák közt. Ennél meredekebb pályán alig találunk fővi kisbolygókat, kivéve a Pallas-családba tartozó többi égitestet. Ezek törmelékek, melyek akkor keletkezettek, amikor az ősidőkben egy hatalmas becsapódás erre a szokatlan pályára lökte a kisbolygót. A legnagyobb törmelék is csak 22 km-es, ami az anyaegitest 550 km-es átmérőjéhez képest kicsi, tehát az eredeti bolygócsíra nem tört szét az ütközéskor, inkább a kráterből kirepülő anyag állt össze újabb kisbolygókká. A 8,7 és 8,9 magnitúdó között halványuló kisbolygó 4-én kerül szembenállásba a Nappal.

(4) **Vesta.** A Leo csillagkép nyakánál halad délkelet felé, miközben fényessége 7,3 és 7,7 magnitúdó között csökken. 25-én este 1 fokkal délkeletre fog látszani a  $\gamma$  Leonis-40 Leonis párostól. A lassan véget érő láthatóságot egy nagyon kedvező követi majd 2011 augusztusában, amikor fényessége eléri az 5,6 magnitúdót.

(12) **Victoria.** A John Russell Hind által felfedezett és Viktória királynőről elnevezett kisbolygó átlagos naptávolsága környékén jár majd, amikor május 11-én eléri szembenállását. Fényessége ekkor eléri a 9,1 magnitúdót, miközben a Libra csillagképben, meg lehetősé alacsony deklinációjánál láthatjuk. A hónap első napjaiban 1 foknál közelebb kerül az NGC 5897 jelű gömbhalmazhoz, 9/10-én este 10 ívperccel északkeletre lesz a 6,1 magnitúdós  $\iota^2$  Libraetól, 21-én hajnalban pedig 11 ívpercre északkeletre halad el a 14 magnitúdós NGC 5810 jelű galaxistól. A hónap végén, 24-e és 27-e között fél foknál közelebb lesz egy 13–14 magnitúdós galaxisokból álló csoporthoz (NGC 5793-5796-5815).

(40) **Harmonia.** Átlagos szembenállás elé nézünk, melynek során május végén a kisbolygó fényessége eléri a 9,6 magnitúdót. A Hermann Goldschmidt által 1856-ban felfedezett 100–110 km átmérőjű égitest az Ophiuchus, majd a Scorpius csillagképekben mozog nyugat felé, 24-én 24 ívpercre északra halad el a 4,3 magnitúdós  $\chi$  Ophiuchitól. Szembenállására 28-án kerül sor.

(532) **Herculina.** A halványuló és nyugati stacionárius pontjában nagy ívben forduló kisbolygó a Leo és a Coma Berenices határán mozog dél felé. A 9,5 és 10,0 magnitúdó között halványodó égitestet a hónap első hajnalán a 12 magnitúdós NGC 3900-tól 12 ívpercre keletre láthatjuk, 5-én hajnalban pedig 3 ívpercre megközelíti a 13 magnitúdós NGC 3912 jelű galaxist.

## Május 21-én a Vénusz bolygó 42'-re megközelíti az M35 jelű nyílthalmazt (Gemini csillagkép)

A bolygók királynője ezen az estén jelentősen megközelíti az M35 jelű nyílthalmazt. A hosszú májusi esték azonban nem kínálnak kedvező megfigyelési lehetőséget. Amikor-  
ra ugyanis a Nap kellően mélyre süllyed a horizont alá, hogy a halmaztagokat megfi-



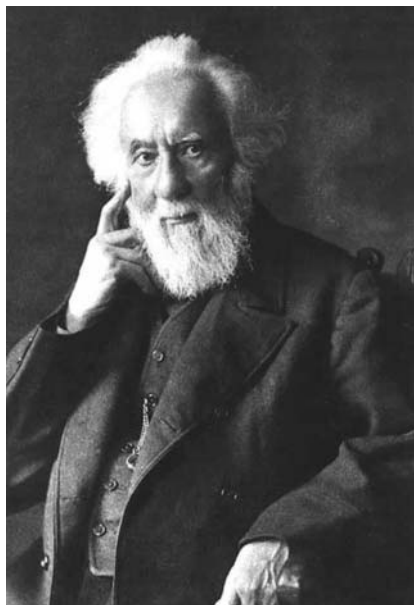
Dátum	UT	J	Csillag	Hold	C	PA	A	B	
hó nap	h m s		ZC No név m	fázis h			m/o	m/o	m/o
5 9	9 25 27	ki	3453 $\kappa$ Psc	5,0	22 – 35	225 72	É	268	+1,6 –1,2
5 16	13 32 48	be	882 132 Tau	5,0	7 + 66	201 49	É	46	+2,0 +2,2
5 21	20 7 10	be	1566 36 Sex	6,3	59 + 34	229 38	É	59	+2,3 –0,2
5 22	16 21 43	be	1670 87 Leo	4,8	69 + 34	145 19	D	182	–0,1 –2,8
5 31	2 2 15	ki	2793	6,7	90 – 19	190 30	D	203	+0,9 +1,0

## Évforduló

### 100 éve, 1910. május 12-én halt meg William Huggins, a csillagászati spektroszkópia úttörője

Huggins, William, angol csillagász (1824. február 7., Cornhill – 1910. május 12., London) módos családba született, oktatását magántanárok végezték, és már fiatal korától kezdve érdekelte a csillagászat. Az apja halála után örökölt családi vagyonból 1856-ban magánobszervatóriumot épített London déli részén, Tulse Hill-ben, ahol szerteágazó spektroszkópiai észleléseket végzett különféle égi objektumokról, és élete végéig ott dolgozott. Huggins

elsőként ismerte fel a ködök és a galaxisok közti különbséget, kimutatva, hogy a ködök (mint az Orion-köd is) gázok emissziós spektrumainak jellegzetességeit mutatják, míg a többi (mint például az Andromeda-galaxis) színekepe a csillagokéra emlékeztet. A spektrumok analizálásában szomszédja, William Allen Miller kémikus is segítette. A fotografikus csillagászati spektroszkópia egyik úttörőjeként elsőként foglalkozott a Doppler-effektus kimutatásával a csillagok színeképében, azaz a csillagok látóirányú sebességének meghatározásával. Addigi tevékenységének elismeréseként 1871-ben a Royal Society két Grubb-gyártmányú korszerű távcsövet és spektroszkópot adományozott Hugginsnak, amelyekkel még eredményesebbé vált a munkája. 1875-ben feleségül vette az ír Margaret Lindsay-t, aki mindenben segítette, többek között a kutatások rendszerezésében is, és közösen írták publikációikat is. Sir William Huggins eredményeit számtalan jelentős díjjal jutalmazták Tiszteletére a Holdon és a Marson is krátert neveztek el, valamint a (2635)-ös sorszámú kisbolygó is a nevét viseli.



William Huggins (1824–1910)

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	2:26,6	Io	áv
8	2: 4,9	Io	ák
16	1:15,8	Io	fk
17	1:51,9	Io	ev
21	1:28,7	Callisto	áv
23	0:53,9	Ganymedes	fv
24	1:35,1	Io	ek
30	1:32,4	Ganymedes	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

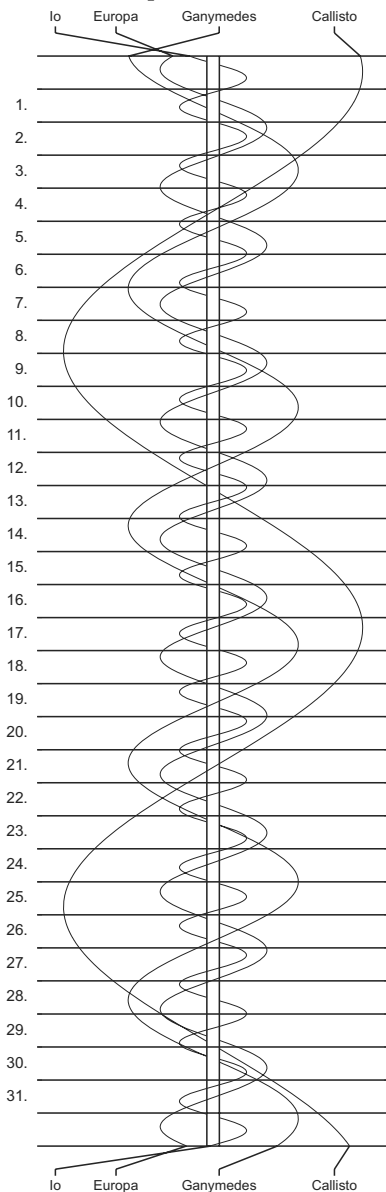
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

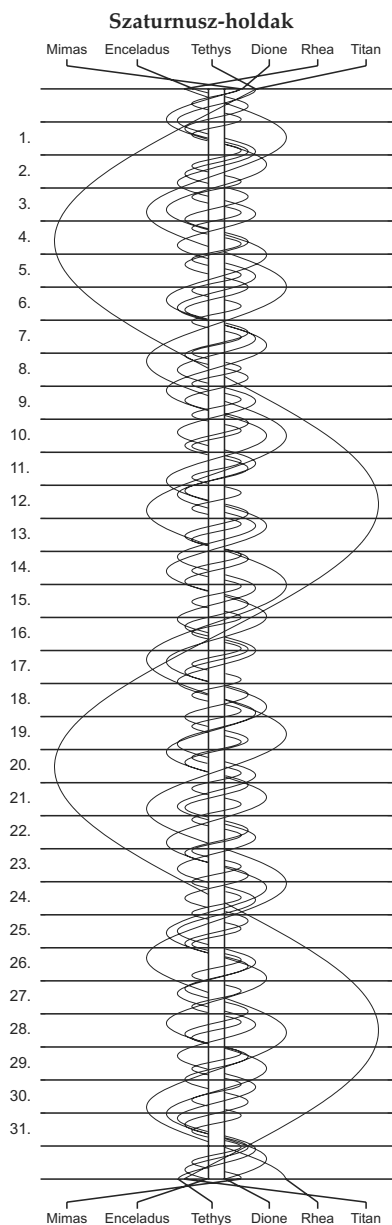
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

## Jupiter-holdak





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – június**

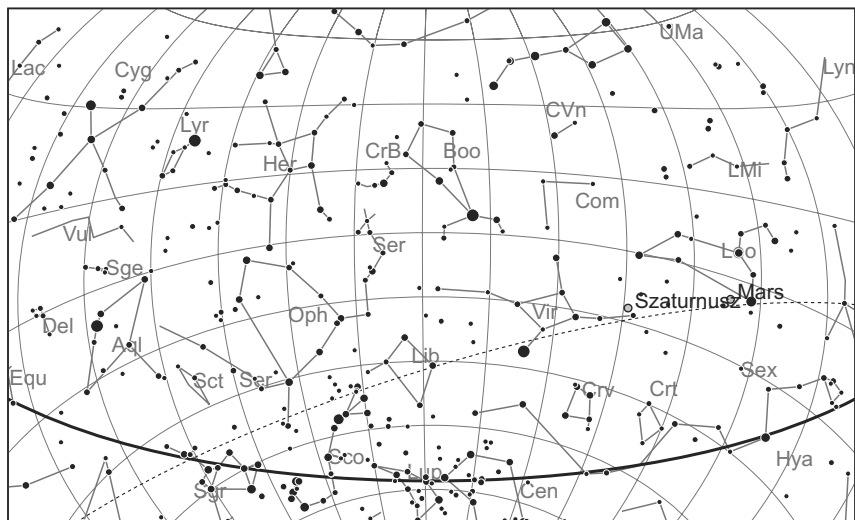
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m	
	kel h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel, h m	nyugszik h m		
1. k 152.	3 50	11 41	19 33	64,6	+2,3	22 56	3 07	7 51	☉ 23 13	
2. sz 153.	3 50	11 42	19 34	64,7	+2,1	23 18	3 52	8 57		
3. cs 154.	3 49	11 42	19 35	64,8	+1,9	23 37	4 35	10 02		
4. p 155.	3 49	11 42	19 36	65,0	+1,8	23 55	5 16	11 05		
5. sz 156.	3 48	11 42	19 37	65,1	+1,6	–	5 56	12 09		
6. v 157.	3 48	11 42	19 37	65,2	+1,4	0 12	6 37	13 14		
24. hét										
7. h 158.	3 47	11 42	19 38	65,3	+1,2	0 31	7 19	14 21	☿ 12 15	
8. k 159.	3 47	11 43	19 39	65,4	+1,1	0 52	8 04	15 30		
9. sz 160.	3 46	11 43	19 40	65,5	+0,9	1 17	8 53	16 42		
10. cs 161.	3 46	11 43	19 40	65,5	+0,7	1 48	9 45	17 53		
11. p 162.	3 46	11 43	19 41	65,6	+0,5	2 28	10 42	19 02		
12. sz 163.	3 46	11 43	19 41	65,7	+0,3	3 20	11 42	20 02		
13. v 164.	3 46	11 44	19 42	65,7	+0,1	4 24	12 42	20 53	☾ 5 29	
25. hét										
14. h 165.	3 46	11 44	19 42	65,8	–0,1	5 39	13 42	21 33		
15. k 166.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,4	6 59	14 39	22 04		
16. sz 167.	3 45	11 44	19 43	65,9	–0,6	8 20	15 33	22 31		
17. cs 168.	3 45	11 45	19 44	65,9	–0,8	9 41	16 25	22 54		
18. p 169.	3 45	11 45	19 44	65,9	–1,0	10 59	17 14	23 16	☾ 12 30	
19. sz 170.	3 46	11 45	19 44	65,9	–1,2	12 16	18 03	23 37		
20. v 171.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,4	13 33	18 52	–		
26. hét										
21. h 172.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,7	14 48	19 43	0 01		
22. k 173.	3 46	11 46	19 45	65,9	–1,9	16 03	20 35	0 28		
23. sz 174.	3 46	11 46	19 45	65,9	–2,1	17 13	21 29	1 01	☾ 12 30	
24. cs 175.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,3	18 17	22 24	1 41		
25. p 176.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,5	19 11	23 18	2 30		
26. sz 177.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,7	19 55	–	3 28		
27. v 178.	3 48	11 47	19 45	65,8	–2,9	20 30	0 11	4 31		
27. hét										
28. h 179.	3 48	11 47	19 45	65,8	–3,1	20 59	1 00	5 37	☾ 12 30	
29. k 180.	3 49	11 47	19 45	65,7	–3,3	21 22	1 47	6 43		
30. sz 181.	3 49	11 47	19 45	65,7	–3,5	21 42	2 31	7 49		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## június

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 349	6 37 29	Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 455 350	6 41 25	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
3.	2 455 351	6 45 22	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 455 352	6 49 18	Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
5.	2 455 353	6 53 15	Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 455 354	6 57 12	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 455 355	7 01 08	Róbert
8.	2 455 356	7 05 05	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 455 357	7 09 01	Félix, Annamária, Diána, Előd
10.	2 455 358	7 12 58	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 455 359	7 16 54	Barnabás, Etelka, Roxána
12.	2 455 360	7 20 51	Villő, Etelka, János
13.	2 455 361	7 24 47	Antal, Anett
14.	2 455 362	7 28 44	Vazul
15.	2 455 363	7 32 41	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 455 364	7 36 37	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
17.	2 455 365	7 40 34	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 455 366	7 44 30	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
19.	2 455 367	7 48 27	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 455 368	7 52 23	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 455 369	7 56 20	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
22.	2 455 370	8 00 16	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 455 371	8 04 13	Zoltán, Édua
24.	2 455 372	8 08 10	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 455 373	8 12 06	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26.	2 455 374	8 16 03	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 455 375	8 19 59	László, Olga
28.	2 455 376	8 23 56	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
29.	2 455 377	8 27 52	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 455 378	8 31 49	Pál, Ditta, Judit



*A déli égbolt június 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében napkelte előtt kereshető a hajnali ég alján. Noha bő háromnegyed órával kel a Nap előtt, helyzete megfigyelésre nem kedvező. Ezt követően láthatósága tovább romlik, 28-án már felső együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** Az esti égbolt ragyogó égiteste, magasan a nyugati látóhatár felett. A hónap elején két és fél, a végén két és negyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m0$ -ról  $-4^m1$ -ra, átmérője  $13,0''$ -ről  $15,4''$ -re nő, fázisa  $0,81$ -ről  $0,71$ -ra csökken.

**Mars:** Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, az éjszaka első felében látható. Tovább halványodik, fényessége  $1^m1$ -ről  $1^m3$ -ra, átmérője  $6,0''$ -ről  $5,3''$ -re csökken.

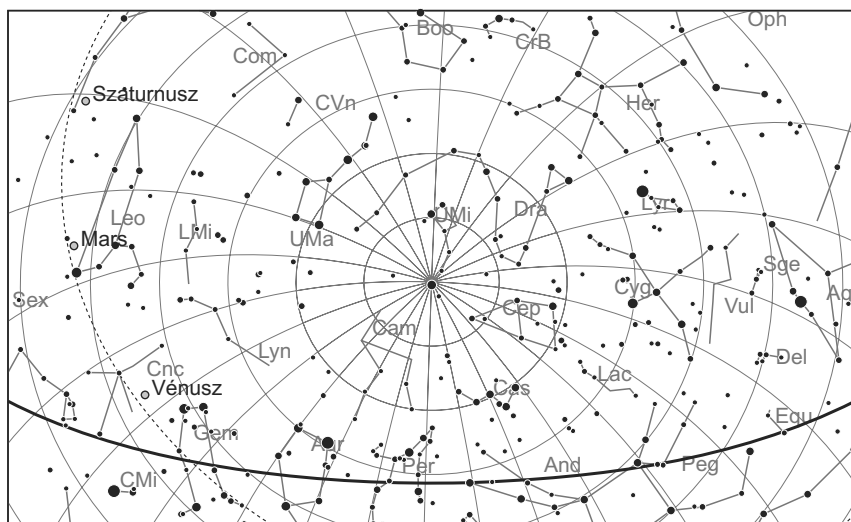
**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében a délkeleti égbolt feltűnő égiteste. Fényessége  $-2^m4$ , átmérője  $39''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az éjszaka első felében látható, éjfél után nyugszik. Fényessége  $0^m9$ , átmérője  $18''$ .

**Uránusz:** Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** Éjfél körül kel, az éjszaka második felében kereshető. E hónaptól kezdve hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.





*Az északi égbolt június 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

06.01.	1:19	A 10P/Tempel 2-üstökös 11'-cel délnyugatra a $\theta$ Aqr-tól
06.01.	1:33	Merkúr dichotómiája (50,0 % fázis, $24,2^\circ$ nyugati elongáció)
06.02.	0:00	Az (1) Ceres kisbolygó ( $7^m5$ ) $10'$ -cel délkeletre az M8 jelű diffúz ködtől ( $6^m0$ )
06.02.	1:18	A 10P/Tempel 2-üstökös $13'$ -cel nyugatra a $\rho$ Aqr-tól
06.02.	20:07	A Vénusz ( $-4^m0$ ) $16'14''$ -re megközelíti a 48 Gem-et ( $5^m9$ )
06.03.	16:49	Hold földtávolban (földtávolság: 404 226 km, látszó átmérő: $29'34''$ , 61,5 %-os csökkenő holdfázis)
06.04.	22:13	Utolsó negyed (Hold a Pisces csillagképben)
06.07.	6:17	Hold déli librációja ( $b = -6,78^\circ$ )
06.08.	1:13	A Jupitertől ( $-2^m3$ ) $26'18''$ távolságra észlelhető az Uránusz ( $5^m9$ ), a Naptól $76,9^\circ$ -os elongációban
06.08.	8:31	Hold maximális librációja ( $l = -5,45^\circ$ , $b = -6,58^\circ$ )
06.08.	22:10	A (198) Ampella kisbolygó ( $11^m8$ ) elfedi a TYC 6783-00704-1-et ( $8^m6$ )
06.09.	15:17	Hold nyugati librációja ( $l = -5,73^\circ$ )
06.09.	20:03	A Vénusz ( $-4^m0$ ) $16'53''$ -re megközelíti a 82 Gem-et ( $6^m2$ )
06.11.	2:07	33 óra 8 perces holdsarló $4,6^\circ$ magasan a hajnali égen (Merkúr tőle $4,5^\circ$ délre és a Fiastyúk tőle $3,0^\circ$ -ra nyugatra)
06.12.	10:12	Hold eléri legnagyobb deklinációját $+24,6^\circ$ -nál (0 %-os holdfázis)
06.12.	11:15	Újhold (Hold a Taurus csillagképben)

**Dátum Időpont Esemény**

06.12.	23:50	A 10P/Tempel 2-üstökös 25'-cel északra a $\lambda$ Aqr-tól
06.13.	19:22	32 óra 7 perces holdsarló 3,6° magasan az esti égen (Vénusz tőle 20° keletre)
06.13.	20:03	A Vénusz ( $-4^m0$ ) 26'1"-re megközelíti a $\mu^1$ Cnc-t ( $6^m0$ )
06.13.	23:50	A 10P/Tempel 2-üstökös 25'-cel nyugatra a 78 Aqr-tól
06.14.	18:21	Hold minimális librációja ( $l = -1,92^\circ$ , $b = 1,42^\circ$ )
06.15.	14:51	Hold földközelpontban (földtávolság: 365 961 km, látszó átmérő: 32'39", 13,0 %-os növekvő holdfázis)
06.15.	19:58	A 14,9 %-os növekvő fázisú Hold 5,0°-ra megközelíti az M44 jelű és 3,5°-ra az M67 jelű nyílthalmazt a Cancer csillagképben
06.19.	4:29	Első negyed (Hold a Virgo csillagképben)
06.20.	5:04	Hold északi librációja ( $b = 6,81^\circ$ )
06.20.	20:00	A Vénusz 27'-re az M44 jelű nyílthalmaztól (Cancer csillagkép)
06.21.	11:28	Nyári napforduló
06.23.	9:11	Hold keleti librációja ( $l = 5,49^\circ$ )
06.24.	22:19	Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,9^\circ$ -nál (97,5 %-os növekvő holdfázis)
06.26.	11:30	Telihold (Hold a Sagittarius csillagképben)
06.28.	9:43	Merkúr felső együttállásban a Nappal (Naptól 1,2°-ra)
06.28.	10:28	Hold minimális librációja ( $l = 2,48^\circ$ , $b = -1,98^\circ$ )
06.29.	0:05	A Hold mögül kilép a $\rho$ Capricorni (11 Cap, 4 <sup>m</sup> 8 fényességű kettőscsillag, 93,9 %-os csökkenő holdfázis)
06.30.	22:12	A 82,4 %-os csökkenő fázisú Holdtól 3°28'-cel délre a Neptunusz

**Üstökösök**

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** A déli irányba mozgó 12 magnitúdós üstökös egész hónapban a Draco csillagképben lesz megfigyelhető. Június 27-én este 24 ívperccel keletre halad el a 11,5 magnitúdós NGC 5678 jelű galaxistól.

**C/2009 K5 (McNaught).** Az esti égen, a Camelopardalis csillagképben láthatjuk ezt a várhatóan 8–10 magnitúdós üstökösöt, amely nagy pályahajlása miatt meredeken halad dél felé. A csillagszegény környezetben mozgó égitest 24-én este 1,7 fokkal nyugatra látható a 10 magnitúdós NGC 2403 jelű, nagy látszó méretű galaxistól.

**C/2009 R1 (McNaught).** Az Andromeda, a Perseus, majd az Auriga csillagképben halad szép ívben, a hónap végére fényessége még a pesszimista becslések szerint is eléri a 4,5 magnitúdót, az optimista előrejelzések pedig 2–3 magnitúdós fényességgel számolnak. Pályájának legészakibb pontját 18-án éri el +48 fokos deklinációnál, földközelpontban pedig három nappal korábban lesz ( $\Delta = 1,139$  CSE). Az egyetlen kedvezőtlen paraméter a látszó naptávolság, amely a hó eleji kedvező 43 fokról a hónap végére 16 fokra csökken, bár folyamatosan északra mutatkozik a Naptól, ami segíti a megfigyelést. Míg a hónap nagy részében inkább hajnalban lesz jól megfigyelhető, az utolsó napokban már inkább este érdemes keresni. Június 9-én és 10-én hajnalban 1 fokra lesz látható az M34-től, 13-án és 14-én az  $\alpha$  Persei halmaztól délre fog mutatkozni, 21-én hajnalban pedig 1,3 fokkal északra halad el a Capellától.

**10P/Tempel 2.** Az Aquarius csillagkép keleti felében folytatja előretartó mozgását, miközben fényessége eléri a 8,5 magnitúdót. Útja során több fényes csillagot is megközelít: a hónap első hajnalán 11 ívperccel délnyugatra látszik majd a 4,2 magnitúdós  $\theta$  Aquariitól, másnap 13 ívperccel nyugatra az 5,4 magnitúdós  $\rho$  Aquariitól, 13-án hajnalban fél fokkal északra mutatkozik a  $\lambda$  Aquariitól, 16-án hajnalban pedig a 6,2 magnitúdós 81 Aquariit közelíti meg 8 ívpercre keletre.

**65P/Gunn.** Stacionárius pontja környékén fordulva lassan halad a Capricornus, majd a Microscopium csillagképekben, így egy hónap alatt alig 3 fokot mozdul el egünkön, ám sajnos déli irányba mozog. Fényessége hiába éri el a 12,5 magnitúdót, alacsony horizont feletti magassága miatt csak nagyobb távcsövekkel lesz megpillantható. Az üstököst 1970-ben az Abell 194 jelű galaxishalmazról készült felvételen fedezte fel Gunn, akinek ez volt az első és mindeddig egyetlen üstököse. Megtalálását elsősorban az tette lehetővé, hogy 1965-ben jelentősen megközelítette a Jupitert, így perihélium-távolsága 3,3 CSE-ről 2,4 CSE-re csökkent.

**81P/Wild 2.** A Virgo, majd a Libra csillagképben előretartó, de kissé déli irányú mozgást végző üstökös távolodik a Földtől és a Naptól is, így fényessége gyorsan csökken, várhatóan 11 és 12 magnitúdó között.

## Kisbolygók

**(1) Ceres.** A Sagittariusban látható 7,5 magnitúdós kisbolygó a hónap első hajnalán éri el az M8 komplexum fényesebb részének peremét, 1 ívperces kettőst alkotva egy 6,8 magnitúdós csillaggal. Három napig tart, mire áthalad a Lagúna-köd előtt, bár 8–10 ívperccel elkerüli annak legfényesebb részét. Ezt követően folytatja nyugati irányú mozgását, hogy 18-án elérje szembenállását, amikor fényessége kerekén 7 magnitúdó lesz. Az Ophiuchusba átkerülő kisbolygó 23/24-én éjjel fél fokkal északra halad el a rendkívül sűrű csillagkörnyezetben látható 11,5 magnitúdós Palomar 6 jelű gömbhalmaztól.

**(2) Pallas.** A Ceres tömegének 22 %-át, a Holdénak viszont csak három ezred részét kitevő kisbolygó tovább halványodik, ahogy a Bootes keleti sarkában megkezdí fordulóját nyugati stacionárius pontja körül. A 9,0 és 9,4 magnitúdó között halványodó égitest a hó elején még nyugatra, a végén viszont már dél felé tart, miközben 7-én 5 ívpercre megközelíti az 5,7 magnitúdós 46 Bootist, 22-én este pedig 9 ívpercre halad el 4,8 magnitúdós  $\omega$  Bootis mellett.

**(40) Harmonia.** A kisbolygót azért nevezték el a harmónia, az egyetértés, az embereket összekötő szeretet görög istennőjéről, mert felfedezése évében, 1856-ban ért véget az orosz birodalom és az angol–török–olasz–francia erők között zajló krími háború. A szembenállásán május végén túljutó égitest ebben a hónapban a Scorpius, majd a Libra csillagképekben látható, fényessége 9,7 és 10,4 magnitúdó között csökken.

**(129) Antigone.** A radarmegfigyelések szerint magas fémtartalmú kisbolygót Christian Peters fedezte fel 1873-ban. A 125 km-es aszteroida két héttel 2-ai szembenállása előtt kerül napközelbe, így a hó eleji 9,8 magnitúdós fényessége a lehető legnagyobb, amit elérhet. Nagy pályahajlása miatt az ekliptikától 20 fokkal északra, az Ophiuchus csillagképben lesz látható. 4-én este fél fokkal délre halad el az M12 jelű gömbhalmaztól.

## Részleges holdfogyatkozás június 26-án

Az év első holdfogyatkozása részleges holdfogyatkozás. Fél évvel a gyűrűs napfogyatkozást követően zajlik le, június 26-án. A jelenség délelőtt kezdődik és délután ér véget – vagyis tőlünk nem látható. Szerencsénkre a holdkorong felét sem érintő részleges fázist adó jelenségről van csak szó, így nem maradunk le igazán látványos eseményről. A jelenség teljes egészében Ausztráliából és a Csendes-óceán területéről figyelhető meg. A Hold pereme 8:57:24-kor érinti a félárnyékot. Az umbrába 10:16:58-kor kezdi a holdkorong a belépést, és 12:59:50-kor hagyja el azt. A félárnyék 14:19:31-kor vonul le a Hold felszínéről. A jelenség teljes hossza 5 óra 22 perc 7 másodperc, a részleges fázis 2 óra 42 perc 52 másodperc hosszú.

A fogyatkozás nagysága  $-0,5368$  magnitúdó. A legnagyobb közelség idején, 11:38:27-kor a holdkorong északi pereme  $25,34'$  távol esik az árnyék középpontjától. A holdkorong déli pereme  $14,01'$ -re esik kívül az umbra szélétől, a félárnyék peremétől való távolsága pedig  $54,47'$ . A félárnyékos fogyatkozás nagysága  $1,5773$  magnitúdó.

A Hold a Nyilas csillagkép nyugati felén tartózkodik,  $5,4$  nap múlva kerül földtávolságra, így látszó átmérője a fogyatkozáskor  $30'14,6''$ . Az umbra átmérője  $1^\circ20,9'$ , a penumbra látszó mérete  $2^\circ23,9'$ .

Ez a holdfogyatkozás a 120-as Szárosz-sorozat 58. fogyatkozása a 84-ből.

## Éjszakai világító felhők

A jelenség (angol nevének – noctilucens cloud – rövidítése NLC) elsősorban az 50–65 fokos szélességek közti régió jellemző látványossága, ám az elmúlt évtizedekben egyre gyakrabban számoltak be jóval délebbi helyeken történt megjelenéséről. Hazánkban sem mondható túlzottan ritka vendégnek már, habár igazán erős fényű NLC évente csak 1–2 alkalommal fordul elő.

A világító felhők észlelésének időszaka a nyár, hazánkban júniustól augusztusig láthatunk alkonyat után 30–60 perccel (illetve hajnal előtt ugyanúgy) megjelenő kékesfehér, ezüstös fehér, néha sárgásfehér árnyalatú, az égbolt háttérfényénél minden esetben világosabb felhőket. A mezoszféra felső határán alakulnak ki, körülbelül 85 km magasságban. Akkor válnak láthatóvá, ha a Nap a látóhatár alatt van 6–16 fokkal, s eközben a mezoszférát még/már éri napfény, és a szürkületben néhány fényesebb csillag is látható.

Először 1885. június 8-án észlelték a jelenséget (T.W. Backhause Kissingenben), mégpedig a Krakatau vulkán 1883-as hatalmas kitörését követően. Az első fényképeket 1889-ben Otto Jesse készítette a berlini csillagvizsgálóból, ő adta a jelenségnek a „Leuchtende Nachtwolken” azaz éjszakai világító felhő elnevezést. Éveken át figyelte az NLC-ket, s az idő múlásával intenzitásuk csökkenéséről számolt be, végül 1894-től eltűnt a jelenség. A Krakatau kitörésekor a magasléggörbe (körülbelül 80 km-re) jutó vízpára volt az akkori NLC-k egyik kiváltó oka, bár Jesse még vulkáni gázokat feltételezett a jelenség mögött. Alfred Wegener volt az első, aki feltételezte (1912-ben), hogy vízjég alkotja az éjszakai világító felhőket. Megfigyelték azt is, hogy 1910-ben, a Halley-üstökös visszatérte idején is megnövekedett az NLC-k száma. Később kiderült, hogy gyakoriságukban a napciklus is nyomot hagy. Napfoltminimum idején gyakoribb az erős fényű, nagy kiterjedésű NLC-k megjelenése.



*Világító felhők Ludányhalászi határából 2007. június 24-én hajnalban. Berkó Ernő felvétele Canon 300D fényképezőgéppel készült, 18 mm-es fókusszal, 2,5 s expozíciós idővel, 200 ASA érzékenység mellett.*

A digitális fotózásnak és az internetnek köszönhetően ma már világszerte sok ezren követik az NLC-k alakulását, legnagyobbbrészt Európa és Amerika területén. Nem csupán az északi féltekén van jelen a látványosság, a déli félteke nyarat is végigkíséri, azonban ne feledjük, hogy az érintett déli földrajzi szélességeken nagyon kevés lakott település van.

Az NLC-k a mezoszféra felső határrégiójában, mintegy 80–85 km magasságban helyezkednek el. A mezoszféra bolygónk egyik legszárazabb légköri rétege, mindössze 3–4 milliomod rész vízmolekula található itt. A víz lehetséges forrása akár földi, akár kozmikus eredetű is lehet. Az utóbbi évtizedekben az űrhajózás is hozzájárult az NLC-k gyakoriságának, intenzitásának növekedéséhez. A felbocsátott űrjárművek rakéta-hajtóanyagának égésekor víz is keletkezik, s ez a víz a felbocsátás során eljut a mezoszférába.

A mezoszféra legfelső részén a nyári hőmérséklet akár  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra is süllyedhet, ez rendkívül kis páratartalom mellett is segíti az NLC-k kialakulását. Miért éppen nyáron látjuk e tűneményeket? A troposzféra és a mezoszféra hőmérséklete ellenkezőleg változik – vagyis ha nekünk ideleln jócskán izzad a homlokunk, odafenn akkor van a leghidegebb.

Már néhány fok eltérés a mezoszféra hőmérsékletében is hatással van az NLC kialakulására! Ezt bizonyítja, hogy a mezoszférában körbefutó gravitációs hullámzás is befolyással bír rá: a gravitációs hullámok hegyei és völgyei néhány órás eltéréssel követik egymást, hullámhosszuk itt 600–1000 km, az NLC-k e hullámok hidegebb (mindössze 6–10 °C a különbség) oldalán alakulnak ki. (A légköri gravitációs hullámok esetében a felhajtóerő és a gravitáció hatása érvényesül: a felszín közelében alakulnak ki, ha a nyugodtan áramló légrétegeket valami „felzavarja”, például magashegységek, zivatarrendszerek. A felzavart rétegek hullámain aztán a szélrendszerek hajtják, ahogy a tavak felszínén kialakuló hullámokat a felszíni szél. A magasság növekedésével a hullámhossz is növekszik, amire a mezoszféra felső részébe is áttérjed a hullámzás, már akár 1000 km is lehet.)

A nyári időszakban lehűlő mezoszféra lehet tehát alkalmas az NLC-k létrejöttére. Mint tudjuk, a felhők kialakulásához kondenzációs magvakra is szükség van – a mi esetünkben ezt mikrometeorok, kozmikus por jelenti, legalábbis nagyrészt, időnként azonban a felszíni jelenségek révén is kerülhet mikroméretű szemcse a mezoszférába. A kondenzmagok kozmikus eredetét támogatja az is, hogy a nyári mezoszférikus hőmérsékleti minimum egybeesik a nyári meteorzáporok idejével is, amikor a légkörbe hulló mikrometeorok száma is megugrik, így a két hatás együttes érvényesülése nagyban hozzájárul a világító felhők létrejöttéhez. (A déli félteke NLC-szezonja is köthető meteorrajokhoz.) A kifagyó víz körülbelül 0,1–0,3 mikrométer átmérőjű jégkristályokat alkot a mezopauza környékén (85–90 km), ideális esetben elégendőt a felhővé váláshoz; majd ez a jégkristály-felhő lassan süllyedni kezd, s nagyjából 80 km magasságban már túl „meleg” lesz a felhő fennmaradásához, itt feloszlik. A felhő kifejezés az NLC esetében nem egészen egyezik a jól ismert troposzférikus felhők fogalmával: az NLC rendkívül ritka (még legsűrűbb részeiben sincs köbcentiméterenként 1 jégkristálnál több, a jellemző ennek a tizede), viszont a nagy kiterjedése miatt felhőnek észleljük. A réteg maga néhány száz métertől maximum 2 km-ig terjedhet, a magassággal a felhő ritkul.

A földi észleléseket 2007-től műholdas mérések is kiegészítik, az AIM nevű szonda kimondottan az NLC-k megfigyelése céljából készült. Ha a troposzférában emelkedik a hőmérséklet, a mezoszféra egyúttal hűl. Ha növekszik az üvegházhatás, ez a jelenség fokozódhat – azért bocsátották fel az AIM szondát, hogy segítse feltárni az összefüggéseket. A hőmérséklet emelkedése önmagában bizonyosan nem lehet elegendő az NLC-k megjelenéséhez, hiszen ha így volna, akkor például a középkori klímaoptimum idején is kellett volna látni NLC-t, ennek azonban sehol nincs nyoma a feljegyzésekben.

Az NLC kékes színét annak köszönheti, hogy az általa visszavert napfény áthalad a sztratoszféra ózonrétegén, s ekkor a vörös árnyalatok kiszóródnak a színéből. Ritkán, egészen a látóhatár közelében lévő NLC-n észlelhetünk egyéb színeket is, leginkább aranyásárgás, sárgásfehér, illetve türkizes árnyalatokat.

Hazánk felett a tapasztalatok szerint júniustól augusztusig láthatunk alkalmanként NLC-t, legnagyobb gyakoriságuk a napfordulót követő 1–2 héten van. 2007-től figyeljük rendszeresen őket, bár korábban is voltak észlelések. Ha egy hazai NLC-t egy északabbi észleléssel hasonlítunk össze, a legszembetűnőbb különbség a felhő égbolton látszó kiterjedésében van – északon aki a felhő „alatt” tartózkodik, akár a teljes égbolton láthat NLC-t, míg mi csak az északi látóhatár feletti 5–20 (nagyon ritkán 30) fokban.

Az NLC-k osztályozását az 1960-as években vezették be, eszerint négyféle alapvető formátípust különböztethetünk meg:

fátyol – ez leginkább csak az égbolt kékesfehér fénylését jelenti, észleléskor bizonytalan, hogy NLC-t látunk-e egyáltalán;

sávós – elmosott vagy éles határvonalú csíkokból áll, e csíkok akár keresztezhetik is egymást;

hullámos – ez a legjellegzetesebb NLC forma, az „undulatus” típusú normál felhők-höz hasonló, azonban finomabb rajzolatú, néha a hullámok rácsot alkotva halászhálóhoz hasonló alakzatba állnak;

csavarodott – örvényszerű, csavart mintázat, rendezetlenül kanyargó sávokból.

A fentiek legtöbbször kombináltan jelentkeznek.

Az NLC-t fényesség szerint is osztályozzuk, 1-től 5-ig terjedő skálán, ahol az 1 az éppen észlelhető, míg az 5 a rendkívül fényes. Tapasztalatok szerint hazánkban a 2–3-as fényesség a szokványos, habár mind 2007-ben, mind 2009-ben volt egy-egy 5-ös fényerejű világító felhő is.

NLC-t fotózni olyan fényképezőgéppel lehet, amelyen van hosszabb expozícióra is lehetőség. A nagyon fényesekhez elég 1–2 másodperc, de a halványabbak 15–30 másodperces felvételeken mutatnak jól. Fontos eszköze az NLC észlelőnek a binokulár is. Ha ilyen műszerral szemléljük, az NLC részletgazdagabb lesz, míg a normál felhő elmosódottabb. Lehetőleg fényszennyezéstől mentes helyen próbáljunk NLC-t észlelni, hiszen a kis látóhatár feletti magasság és a gyengébb fényesség miatt a látvány elveszhet egy város fényszennyezett égboltján.

## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s			J	Csillag ZC No név m		Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
6 4	23	47	9	ki	3370	6,2	50 – 8	102 75	É	262	+0,4	+1,7
6 6	2	19	55	be	3501 19 Psc	5,0	39 – 30	121 –2	É	339	–2,2	+5,5
6 6	2	34	33	ki	3501 19 Psc	5,0	39 – 32	124 21	É	316	+4,2	–1,8
6 16	21	6	24	be	1429	6,8	24 + 3	280 72	D	130	–0,2	–1,7
6 23	20	31	28	be	2269	5,4	93 + 18	180 58	É	63	+2,0	+0,5
6 23	23	13	5	be	2286	5,4	93 + 10	216 85	D	100	+1,3	–1,3
6 29	0	0	49	ki	2990	6,6	94 – 24	168 48	D	211	+1,2	+1,4
6 29	0	5	13	ki	X174647 <sup>1</sup> p Cap B	6,8	94 – 24	169 66	D	229	+1,5	+1,0
6 29	0	5	15	ki	2987 <sup>2</sup> p Cap A	4,9	94 – 24	169 66	D	229	+1,5	+1,0
6 30	1	21	52	ki	3112	6,4	89 – 29	178 85	É	254	+1,8	+0,4

<sup>1</sup> BA m1 = 6<sup>m</sup>9 m2 = 5<sup>m</sup>0 sep = 1,6" PA = 10

<sup>2</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>0 m2 = 6<sup>m</sup>9 sep = 1,6" PA = 190

## Évforduló

### 50 éve, 1960. június 25-én halt meg Walter Baade német csillagász

Baade, Wilhelm Heinrich Walter, német csillagász (1893. március 24., Schöttinghausen – 1960. június 25., Göttingen) volt az első, aki csillagokra tudta bontani az Andromeda-ködöt, és két kísérőjét, az M32 és az NGC 205 galaxist. Észlelői karrierjét 1919-ben kezdte a Hamburgi Observatóriumban, Bergedorfban, ahol üstökösök, kisbolygók, változócsillagok, csillaghalmazok és galaxisok megfigyelésével foglalkozik. Itt fedezi fel első üstökösét 1922-ben, valamint több kisbolygót is talál. Ezek a felfedezések segítették hozzá, hogy Rockefeller-ösztöndíjasként 1929-ben a Mount Wilson Observatóriumban járhason, majd 1931-ben állandó állást kapva végleg az Egyesült Államokba költözik. Kollégái tökéletességre törekvéséről ismerték leginkább, a legjobb minőségű fotókat igyekezett elkészíteni, evégett különösen ügyelt a tökéletesen pontos fókuszálásra, a legjobb előhívási technikára és az abszolút pontos vezetésre. A második világháború idején származása miatt ellenséggként kezelték, nem hagyhatta el Pasadena és a Mount Wilson környékét. Minthogy sok csillagász háborús feladatokat kapott, Baade-nek rengeteg észlelési idő jutott a 2,5 méteres Hooker-távcsövön. Ezt tetézte Los Angeles közvilágításának háború miatti korlátozása, ami extrém sötétséggű éjszakákat eredményezett. Ezeknek köszönhetően tudta csillagokra bontani az Andromeda-ködöt és kísérőit. Amikor ezen eredményeit 1944-ben publikálta, megadta azok értelmezését is, amely a kétféle csillagpopuláció létezésének koncepcióját is tartalmazta. Tulajdonképpen Baade leghíresebb hozzájárulása a csillagászathoz a csillagok I. és II. populációba sorolhatóságának elmélete – az I. populációs csillagokat fiatal csillagoknak gondolta, a II. populációsokat őregeknek. A másik terület, amire nagyon nagy súlyt fektetett, a csillagok különböző csoportjainak szín-fényesség diagramjai. Általában elég keveset publikált, inkább azíránt volt erős késztetése, hogy a fotolemez-kollekciót szaporítsa, újabb gömbhalmazok, galaxisok, szupernóvák és más objektumok vizsgálata céljából. 1953-ban pontosította az Andromeda-galaxis távolságmodulusát. Már az a tény is erre kényszerítette, hogy az éppen felújított Hooker-távcsővel sem sikerült RR Lyrae csillagokat felfedeznie az M31-ben. Az ebből származó alsó korlátot kombinálva az ekkor már nagy számban ismert gömbhalmazbeli óriáscsillagokról szerzett ismeretekkel (amelyeket még ő maga bontott fel 1944-ben)  $m - M = 23,9$ -et kapott a korábbi 22,4 helyett. Mindebből azonnal következtek Baade híressé vált felismerései: 1.) a gömbhalmazokban lévő (II. típusú) cefeida változócsillagok periódus-fényesség összefüggésének zérópontja 1,5 magnitúddal halványabb, mint a klasszikus cefeidáké; 2.) az Univerzum távoli objektumainak cefeida-módszerrel korábban kimért távolságai nagy-



Walter Baade, az Andromeda-köd csillagjainak első észlelője





*A látványos M31 (Andromeda-köd, NGC 205) legfényesebb csillagfelhője („tejútfolttja”) NGC 206 néven önálló jelzéssel bír. Ez az objektum a galaxis spirálkarjának jelentős kifényesedéseként látható a magtól 40 ívperccel DDK felé, mérete hozzávetőleg 3×2 ívperc. Belsejében nagy tömegű csillagok, csillagcsoportok találhatók, melyek egy közelmúltban lezajlott csillagkeletkezés során jöttek létre. Polgár Tibor felvétele 28 cm-es Schmidt–Cassegrain-távcsővel készült 2009. augusztus 27-én, 50×5 perc expozícióval. Közel hét évtizeddel Baade úttörő vizsgálatait után az amatőr csillagászok is könnyen csillagaira bonthatják az Andromeda-galaxist – hála a digitális technikának.*

jából megduplázódnak! Kevésbé közismert, hogy Fritz Zwickyvel közösen ő azonosította a szupernóvákat az égi objektumok egy új, önálló osztályának, valamint elsőként javasolták, hogy a szupernóvák képesek neutroncsillagokat létrehozni. Számos rádióforrás optikai megfelelőjét is ő találta meg elsőként, ez irányú munkája közben 1954-ben a Palomar-hegyről is felfedezett egy üstököszt. Észlelései során 10 kisbolygót fedezett fel, ami nem túl magas szám, ám ezek között olyan klasszikusok vannak, mint a (944) Hidalgo, a (1054) Ganymede, vagy az (1566) Icarus. Nyugdíjba vonulása után 1958-ban legendás előadás-sorozatot tartott a Harvardon, majd fél évre Ausztráliába utazott, a Mount Stromlo Observatóriumba, hogy a Tejútrendszer centruma környéki RR Lyrae változócsillagokat tanulmányozza. Végül 1959-ben feleségével visszatért diákéveik helyszínére, Göttingenbe, ahol Gauss-professzorrá avatták. Jelentős eredményeit a Royal Astronomical Society aranyérmével (1954), az Amerikai Csillagászati Társaság legmagasabb kitüntetésével, a Bruce-éremmel (1955), valamint a H. N. Russell Lectureship kitüntetéssel (1958) ismerték el. Az igen sikeres csillagászlól egy 55 km-es krátert (44,8 S, 81,8 W) krátert és a hozzá kapcsolódó 203 km hosszú völgyet neveztek el a Holden, a két Magellan-távcső egyike és az 1501-es sorszámu kisbolygó is a nevét viseli.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	0:27,1	Europa	ek
	0:34,6	Europa	áv
8	1:27,0	Io	fk
	23:57,5	Io	ek
9	0:52,0	Io	áv
10	1:16,9	Ganymedes	ek
11	0:22,0	Europa	ák
13	0: 4,4	Europa	mv
15	2: 2,8	Callisto	fk
16	0:31,0	Io	ák
	1:52,9	Io	ek
	23:41,5	Ganymedes	ák
17	1:28,9	Io	mv
23	23:43,6	Io	fk
24	23: 7,9	Io	áv
25	0:29,2	Io	ev
26	23:42,6	Europa	fk
27	23:20,9	Ganymedes	mk
29	0:25,0	Europa	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

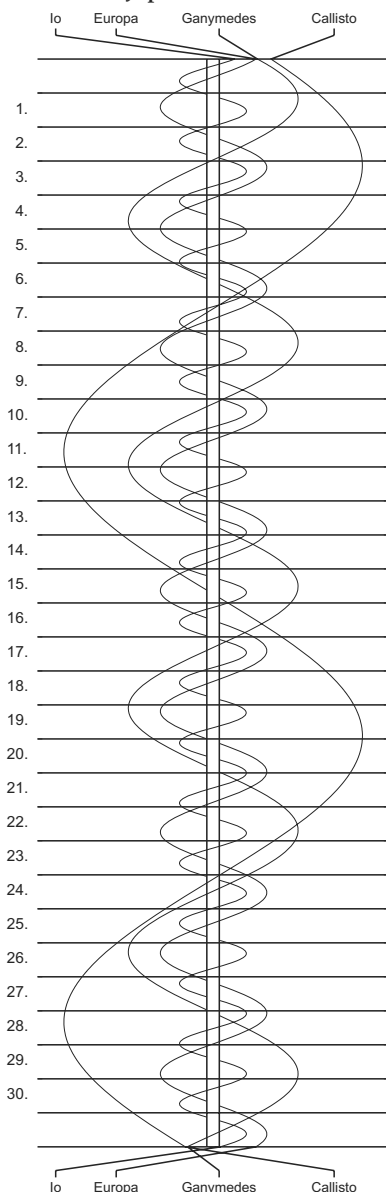
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

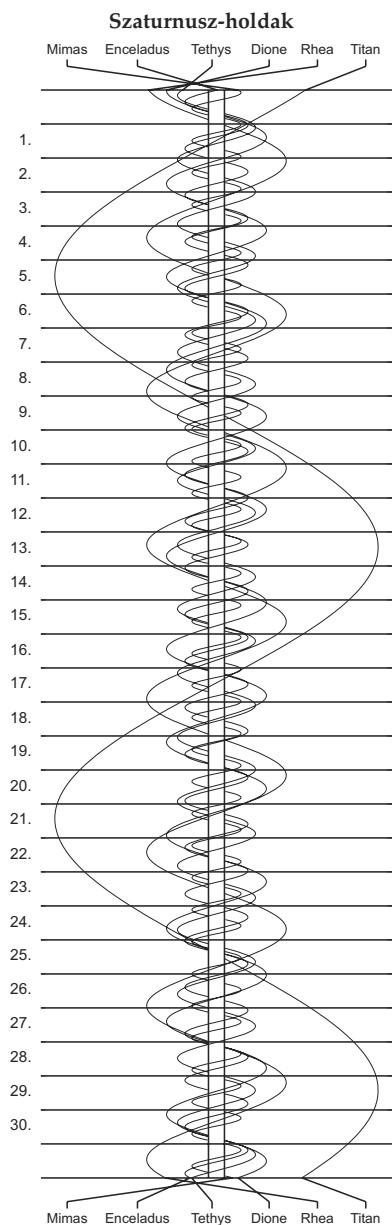
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

## Jupiter-holdak





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – július**

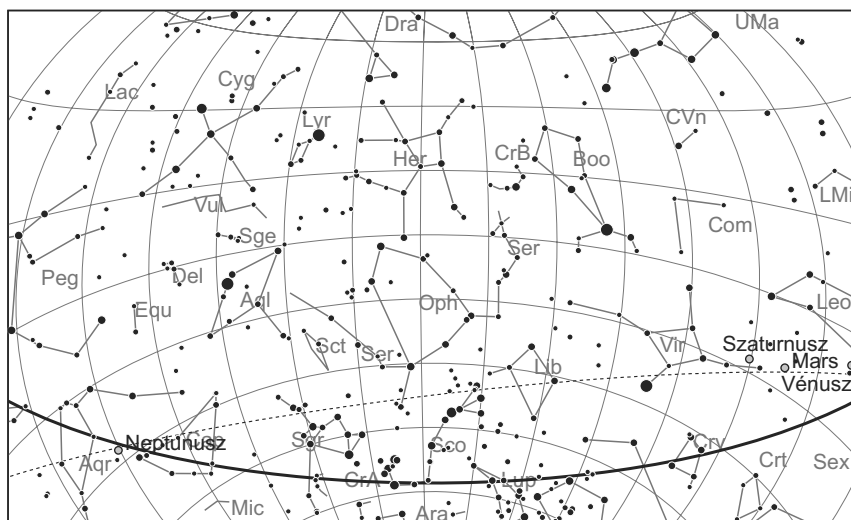
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel	delel,	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel,	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. cs 182.	3 50	11 47	19 45	65,6	-3,7	22 00	3 12	8 53	
2. p 183.	3 50	11 48	19 45	65,5	-3,9	22 17	3 53	9 57	
3. sz 184.	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,1	22 35	4 33	11 00	
4. v 185.	3 52	11 48	19 44	65,4	-4,3	22 54	5 14	12 05	● 15 35
28. hét									
5. h 186.	3 53	11 48	19 44	65,3	-4,5	23 17	5 57	13 12	
6. k 187.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,7	23 44	6 42	14 21	
7. sz 188.	3 54	11 49	19 43	65,1	-4,8	–	7 32	15 32	
8. cs 189.	3 55	11 49	19 42	65,0	-5,0	0 19	8 26	16 42	
9. p 190.	3 56	11 49	19 42	64,8	-5,1	1 05	9 24	17 46	
10. sz 191.	3 57	11 49	19 41	64,7	-5,3	2 03	10 25	18 42	
11. v 192.	3 57	11 49	19 40	64,6	-5,4	3 14	11 26	19 27	● 20 41
29. hét									
12. h 193.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,6	4 34	12 26	20 03	
13. k 194.	3 59	11 49	19 39	64,3	-5,7	5 58	13 23	20 32	
14. sz 195.	4 00	11 50	19 38	64,2	-5,8	7 21	14 17	20 57	
15. cs 196.	4 01	11 50	19 37	64,0	-5,9	8 43	15 09	21 20	
16. p 197.	4 02	11 50	19 37	63,9	-6,0	10 03	15 59	21 43	
17. sz 198.	4 03	11 50	19 36	63,7	-6,1	11 21	16 49	22 06	
18. v 199.	4 04	11 50	19 35	63,5	-6,2	12 38	17 40	22 32	● 11 11
30. hét									
19. h 200.	4 05	11 50	19 34	63,3	-6,3	13 53	18 32	23 03	
20. k 201.	4 07	11 50	19 33	63,1	-6,3	15 05	19 25	23 41	
21. sz 202.	4 08	11 50	19 32	63,0	-6,4	16 11	20 19	–	
22. cs 203.	4 09	11 50	19 31	62,8	-6,4	17 07	21 13	0 26	
23. p 204.	4 10	11 50	19 30	62,5	-6,5	17 54	22 06	1 20	
24. sz 205.	4 11	11 50	19 29	62,3	-6,5	18 32	22 56	2 21	
25. v 206.	4 12	11 50	19 27	62,1	-6,5	19 02	23 43	3 26	
31. hét									
26. h 207.	4 13	11 50	19 26	61,9	-6,5	19 26	–	4 32	○ 2 37
27. k 208.	4 15	11 50	19 25	61,7	-6,5	19 47	0 28	5 38	
28. sz 209.	4 16	11 50	19 24	61,5	-6,5	20 06	1 10	6 42	
29. cs 210.	4 17	11 50	19 22	61,2	-6,5	20 23	1 51	7 46	
30. p 211.	4 18	11 50	19 21	61,0	-6,5	20 41	2 31	8 50	
31. sz 212.	4 20	11 50	19 20	60,7	-6,4	20 59	3 11	9 54	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## július

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 379	8 35 45	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 455 380	8 39 42	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 455 381	8 43 39	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 455 382	8 47 35	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 455 383	8 51 32	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 455 384	8 55 28	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 455 385	8 59 25	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 455 386	9 03 21	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 455 387	9 07 18	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 455 388	9 11 14	Amália, Alma
11.	2 455 389	9 15 11	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 455 390	9 19 08	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 455 391	9 23 04	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 455 392	9 27 01	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 455 393	9 30 57	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 455 394	9 34 54	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 455 395	9 38 50	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 455 396	9 42 47	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 455 397	9 46 43	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 455 398	9 50 40	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 455 399	9 54 37	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 455 400	9 58 33	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 455 401	0 02 30	Lenke, Brigitta
24.	2 455 402	0 06 26	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 455 403	0 10 23	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 455 404	0 14 19	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 455 405	0 18 16	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 455 406	0 22 12	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 455 407	0 26 09	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 455 408	0 30 06	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 455 409	0 34 02	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna



*A déli égbolt július 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első napjaiban még elvész az alkony fényében, de 5-e után már kereshető a nyugati ég alján. Láthatósága fokozatosan javul, a hónap végén egy órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** Feltűnően látszik az esti égen. A hónap elején két és negyed, a végén már alig másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m1$ -ről  $-4^m2$ -ra, átmérője  $15,5''$ -ről  $19,8''$ -re nő, fázisa  $0,71$ -ről  $0,59$ -ra csökken.

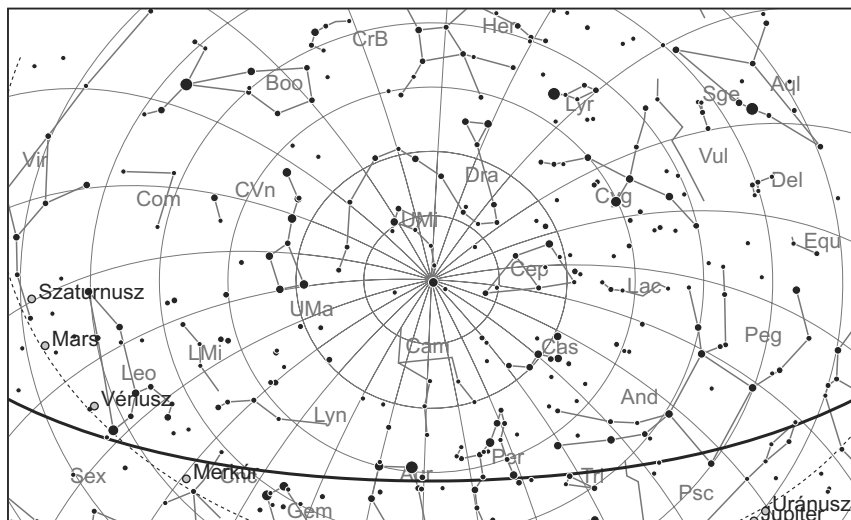
**Mars:** Előretartó mozgást végez előbb az Oroszlán, majd a Szűz csillagképben. Az esti órákban figyelhető meg, késő éjszaka nyugszik. Fényessége  $1^m3$ -ról  $1^m5$ -ra, átmérője  $5,2''$ -ről  $4,7''$ -re csökken.

**Jupiter:** Kezdetben előretartó, majd 24-től hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében látható mint a déli ég feltűnő égiteste. Fényessége  $-2^m6$ , átmérője  $43''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti és kora éjszakai órákban látható, éjfél előtt nyugszik. Fényessége  $0^m9$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében látható. 6-án előretartó mozgása hátrálóvá válik a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt július 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 07.01. | 10:07 | Hold földtávolban (földtávolság: 405 002 km, látszó átmérő: 29'30", 78,6%-os csökkenő holdfázis)                   |
| 07.02. | 23:21 | A Hold súrolva elfedi a $\kappa$ Pisciumot az északi pereme mentén (5 <sup>m</sup> 0, 65,5%-os csökkenő holdfázis) |
| 07.02. | 23:56 | A Hold mögül kilép a $\eta$ Piscium (6 <sup>m</sup> 3, 65,3%-os csökkenő holdfázis)                                |
| 07.03. | 20:18 | Az (532) Herculina kisbolygó (10 <sup>m</sup> 4) 20,9'-cel keletre az M88 jelű galaxistól (9 <sup>m</sup> 5)       |
| 07.04. | 13:25 | Hold déli librációja ( $b = -6,83^\circ$ )   |
| 07.04. | 14:35 | Utolsó negyed (Hold a Pisces csillagképben)  |
| 07.04. | 20:18 | Az (532) Herculina kisbolygó (10 <sup>m</sup> 4) 24,3'-cel délre az M91 jelű galaxistól (10 <sup>m</sup> 2)        |
| 07.06. | 11:29 | Föld naptávolban (1,016702 CSE)  |
| 07.07. | 14:35 | Hold nyugati librációja ( $l = -6,61^\circ$ )  |
| 07.07. | 20:16 | Az (532) Herculina kisbolygó (10 <sup>m</sup> 4) 27,3'-cel északkeletre az M90 jelű galaxistól (9 <sup>m</sup> 5)  |
| 07.08. | 1:22  | A 17,6%-os csökkenő fázisú Hold 3,0°-ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben     |
| 07.09. | 9:33  | Hold eléri legnagyobb deklinációját +24,6°-nál (7,8%-os csökkenő holdfázis)  |
| 07.10. | 1:50  | A Hold mögül kilép a $\delta$ Tauri (5 <sup>m</sup> 4, 4,2%-os csökkenő holdfázis)                                 |
| 07.10. | 2:18  | 41 óra 23 perces holdsarló 9,2° magasan a hajnali égen   |

**Dátum Időpont Esemény**

07.10.	19:46	A Vénusz ( $-4^m1$ , $16,7''$ átmérőjű) $1,1^\circ$ -ra megközelíti a Regulust ( $\alpha$ Leo, $1^m4$ )
07.11.	19:41	Újhold (Hold a Gemini csillagképben)
07.11.	21:48	A (29) Amphitrite kisbolygó ( $9^m5$ ) $9,6'$ -cel délkeletre az M70 jelű gömbhalmaztól ( $8^m1$ )
07.13.	11:15	Hold földközélen (földtávolság: 361 132 km, látszó átmérő: $33'5''$ , $4,0\%$ -os növekvő holdfázis)
07.13.	19:17	47 óra 37 perces holdsarló $1,9^\circ$ magasan az esti égen (Merkúr tőle $12^\circ$ északnyugatra, Vénusz tőle $16^\circ$ keletre)
07.13.	19:18	A növekvő fázisú holdsarló a következő napokban július 13–16. között látványosan együttáll a Merkúr, Vénusz, Mars és a Szaturnusz bolygókkal
07.17.	10:07	Hold északi librációja ( $b = 6,81^\circ$ )
07.18.	10:11	Első negyed (Hold a Virgo csillagképben)
07.20.	6:53	Hold keleti librációja ( $l = 6,71^\circ$ )
07.21.	17:36	A nappali égen a $82,5\%$ -os növekvő fázisú holdkorong peremétől az Antares ( $1^m0$ ) $39'56''$ -re
07.22.	19:12	Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,8^\circ$ -nál ( $90,0\%$ -os növekvő holdfázis)
07.24.	1:28	A (14) Irene kisbolygó ( $10^m9$ ) $5,6'$ -cel délkeletre a 68 Aqr-től
07.24.	21:06	A (29) Amphitrite kisbolygó ( $9^m8$ ) $10,3'$ -cel északra az M69 jelű gömbhalmaztól ( $7^m7$ )
07.25.	0:37	A Hold mögé belép a 50 Sagittarii ( $5^m6$ , $99,0\%$ -os növekvő holdfázis)
07.25.	19:53	A Mars ( $1^m5$ ) $13'16''$ -re megközelíti a $\beta$ Vir-t ( $3^m6$ )
07.26.	0:00	Hold minimális librációja ( $l = 2,69^\circ$ , $b = -2,39^\circ$ )
07.26.	1:37	Telihold (Hold a Capricornus csillagképben)
07.26.	19:51	A (129) Antigone kisbolygó ( $10^m7$ ) $2,5'$ -cel keletre az $\nu$ Oph-tól
07.27.	19:03	A Merkúr ( $0^m0$ ) $17'6''$ -re megközelíti a Regulust ( $1^m4$ )
07.28.	1:52	A $96,2\%$ -os csökkenő fázisú Holdtól $3^\circ51'$ -cel délre a Neptunusz
07.28.	1:57	A Jupiter ( $-2^m7$ , $45,3''$ átmérőjű) $38''$ -re megközelíti a TYC 4664-318-1-et ( $8^m6$ )
07.28.	23:39	Hold földtávolban (földtávolság: 405 936 km, látszó átmérő: $29'26''$ , $92,3\%$ -os csökkenő holdfázis)
07.30.	19:44	A Marstól ( $1^m5$ ) $1^\circ47'$ távolságra észlelhető a Szaturnusz ( $0^m9$ ), a Naptól $53^\circ$ -os elongációban
07.30.	21:15	A $80,2\%$ -os csökkenő fázisú Holdtól $5^\circ3'$ -cel délre az Uránusz és $6^\circ21'$ -cel a Jupiter
07.31.	19:25	Hold déli librációja ( $b = -6,77^\circ$ )

**Üstökösök**

**C/2007 Q3 (Siding Spring).** A 12,5 magnitúdóra halványuló üstökös lassan kikerül a közepes méretű távcsövek hatóköréből, miközben a Draco csillagképből a Bootesbe jut. Július 19-én este 14 ívpercre keletre halad el a 14 magnitúdós NGC 5751 jelű galaxistól.



**C/2009 K5 (McNaught).** Az esti égen egyre alacsonyabban látszó üstökös fényessége 10–12 magnitúdóra csökken, miközben sajátmozgása is jelentősen mérséklődik. A hónap első felében még a Camelopardalis, a második felében már a Lynx csillagképben kereshető, 27-én este 8 ívperccel nyugatra lesz a 13,5 magnitúdós NGC 2469 jelű galaxistól.

**C/2009 R1 (McNaught).** Július első harmadában még érdemes keresni az esti égen, az északnyugati horizont közelében. Napközelségét 2-án hajnalban éri el 0,401 CSE távolságban, de akkor már csak 14 fokra fog látszani a Naptól. Mivel délkelet felé mozog, láthatósága napról napra romlik. Fényessége szerencsés esetben elérheti a 2–3 magnitúdót.

**10P/Tempel 2.** Ebben a hónapban eléri maximális, 8–8,5 magnitúdós fényességét, miközben az Aquariusban, majd a Cetben halad kelet felé. Július 11-én hajnalban negyed fokkal nyugatra fog látszani egy 13–14 magnitúdós galaxisok alkotta laza galaxishalmaztól, 16-án reggel pedig a 14 magnitúdós NGC 116-ot közelíti meg 8 ívpercre. A galaxisokkal telehintett területen 23-án hajnalban az IC 48-cal, 26-án reggel az NGC 270-nel, 31-én este pedig az NGC 341-gyel lehet egy látómezőben lefotózni.

**65P/Gunn.** Stacionárius pontját elhagyva hátráló, de továbbra is déli irányú mozgást végez a Microscopiumban. Deklinációja –30 fok alá csökken, így fényessége hiába közelíti meg a 12 magnitúdót, csak a legjobb átlátszóságú éjszéken érdemes megpróbálkozni vele. Július 25-én hajnalban 21 ívpercre lesz a 4,7 magnitúdós  $\gamma$  Microscopiitól.

**81P/Wild 2.** Az idei láthatóság végére érünk, hiszen a hó elején még 12 magnitúdó üstökös fényessége a hónap végére 13 magnitúdó alá csökken. A Libra csillagkép nyugati felében gyors előretartó mozgást végző üstökös július 18-án hajnalban néhány ívperccel nyugatra fog látszani a 14 magnitúdós NGC 5741 és 5742 jelű galaxisoktól.

**103P/Hartley 2.** Az év legfényesebb, talán szabad szemmel is látható periodikus üstökös lesz a 103P, mivel október 20-án 0,121 CSE-re közelíti meg bolygónkat. Ebben az évszázadban már nem is kerül ennyire közel hozzánk. A földszűrő üstökösök csoportjába tartozó égitestet Malcolm Hartley fedezte fel 1986. március 15-én. Fényessége 1991-ben és 1998-ban is elérte a 8 magnitúdót, így hazánkból is sokan látták már. A 6,47 éves keringési idejű üstökös megfigyelése azért is kiemelten fontos, mert októberben és novemberben az EPOXI program keretében a Deep Impact szonda közelről fogja vizsgálni az üstökös aktivitását. A Föld felé közeledő égitest a számítások szerint 2,5 magnitúdót fog fényesedni ebben a hónapban, miközben a Pegasusban halad észak felé. A hónap első hajnalán a 14 magnitúdós üstökös 18 ívpercre délkeletre lesz az NGC 7195-7195 galaxispárostól, majd 24-én este immáron 12 magnitúdósan a 33 Pegasit közelíti meg 8 ívpercre.

103P/Hartley 2

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
07.01.	22 04 06	+12 22 40	1,128	1,844	119	14,1
07.06.	22 08 30	+14 01 52	1,051	1,799	121	13,7
07.11.	22 12 41	+15 45 05	0,978	1,754	123	13,3
07.16.	22 16 38	+17 32 23	0,907	1,710	125	12,9
07.21.	22 20 22	+19 23 49	0,840	1,665	127	12,6
07.26.	22 23 54	+21 19 32	0,776	1,621	129	12,1
07.31.	22 27 16	+23 19 37	0,714	1,577	131	11,7

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
08.05.	22 30 29	+25 24 03	0,656	1,534	132	11,3
08.10.	22 33 37	+27 32 42	0,602	1,491	133	10,9
08.15.	22 36 47	+29 45 33	0,550	1,448	134	10,4
08.20.	22 40 07	+32 02 46	0,500	1,407	134	10,0
08.25.	22 43 52	+34 24 46	0,454	1,367	134	9,5
08.30.	22 48 20	+36 52 04	0,410	1,327	134	9,0
09.04.	22 53 57	+39 25 20	0,369	1,290	133	8,5
09.09.	23 01 25	+42 05 28	0,330	1,254	132	8,1
09.14.	23 11 47	+44 53 37	0,293	1,220	131	7,6
09.19.	23 26 45	+47 50 48	0,258	1,188	130	7,1
09.24.	23 49 01	+50 55 14	0,226	1,159	129	6,6
09.29.	00 22 54	+53 55 52	0,195	1,133	128	6,0
10.04.	01 14 32	+56 16 38	0,168	1,111	127	5,5
10.09.	02 28 00	+56 30 45	0,146	1,092	127	5,1
10.14.	03 53 43	+52 29 24	0,129	1,077	125	4,7
10.19.	05 09 03	+43 22 54	0,121	1,067	123	4,5
10.24.	06 02 49	+31 16 01	0,123	1,060	119	4,5
10.29.	06 38 23	+19 17 21	0,133	1,059	116	4,6
11.03.	07 01 45	+09 16 35	0,150	1,062	114	4,9
11.08.	07 17 13	+01 31 52	0,171	1,069	113	5,2
11.13.	07 27 22	-04 18 26	0,194	1,081	113	5,6
11.18.	07 33 47	-08 41 24	0,219	1,097	114	6,0
11.23.	07 37 24	-11 58 38	0,244	1,117	116	6,4
11.28.	07 38 50	-14 25 08	0,270	1,140	118	6,8
12.03.	07 38 27	-16 10 37	0,296	1,167	121	7,2
12.08.	07 36 37	-17 21 19	0,323	1,197	124	7,6
12.13.	07 33 40	-18 01 39	0,350	1,229	127	8,0
12.18.	07 29 58	-18 15 15	0,378	1,264	131	8,4
12.23.	07 25 48	-18 05 17	0,408	1,300	134	8,8
12.28.	07 21 29	-17 34 42	0,439	1,338	137	9,2

## Kisbolygók

(1) **Ceres.** Sötét fényelnyelő ködökkel tarkított égrészen halad az Ophiuchus déli szegletében, miközben fényessége 7,4 és 8,1 magnitúdó között csökken. A nyugati irányba mozgó kisbolygó 7-én pirkadatkor 20 ívmásodpercre megközelít egy 6,1 magnitúdós csillagot, 17/18-án pedig 17 ívperccel délre mutatkozik a 9,5 magnitúdós NGC 6355 jelű gömbhal-masztól. Stacionárius pontja felé közeledve a hónap végén sajátmozgása lelassul.

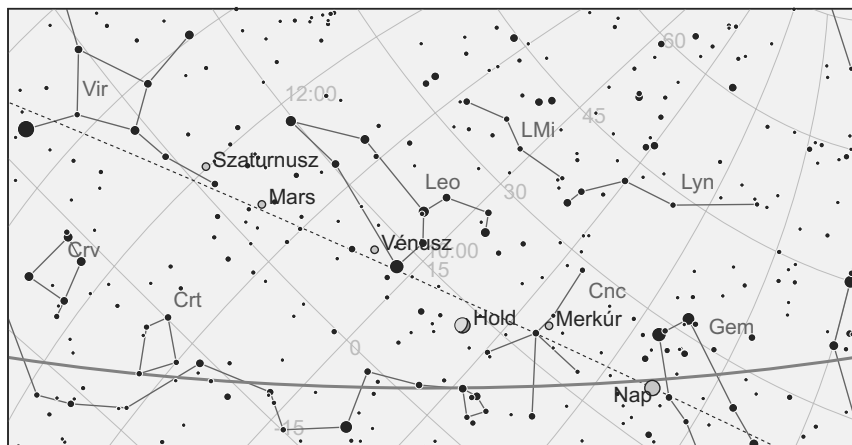
(2) **Pallas.** A Bootes csillagkép keleti szélén kell keresni ezt a 9,4 és 9,8 magnitúdó között halványodó kisbolygót. Dél felé tartó útja során 6-án este 12 ívpercre nyugatra halad el a 14 magnitúdós NGC 5829 jelű galaxistól, 29-én este pedig 17 ívpercre keletre fog látszani a 13 magnitúdós NGC 5857 és 5859 jelű szép galaxispárostól.

**(6) Hebe.** A hónap első napjaiban még az Aquariusban, majd a Pisces legdélebbi részén láthatjuk ezt a 9,4 és 8,7 magnitúdó között fényesedő kisbolygót. Az előretartó, de egyre lassuló mozgást végző égitest eleinte a 8–9 magnitúdós 10P/Tempel 2-üstökös közelében, tőle 2–3 fokkal északra fog látszani. A kisbolygó idei szembenállása a következő évtized legjobb láthatóságát kínálja, hiszen szeptember 21-ei oppozíciója és napközelsége között alig másfél hónap telik el. A 190 km átmérőjű kisbolygó 6-án hajnalban 12 ívperccel délnyugatra fog látszani a 13,5 magnitúdós IC 1524 jelű galaxistól.

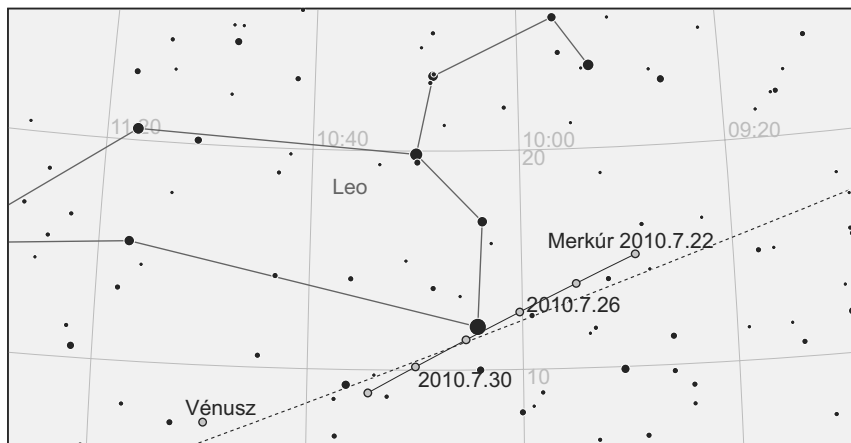
**(8) Flora.** John Russell Hind angol csillagász második felfedezése volt ez a kisbolygó, melyet 1847 októberében, bő két hónappal az elsőként megtalált (7) Iris után azonosított. A Flora nevet John Herschel javasolta az égitestnek. A 3,27 éves keringési idejű kisbolygó igen kedvező szembenállása lesz az idei, melynek során fényessége csak 0,3 magnitúdóval marad el a maximálisan lehetséges 7,9 magnitúdótól. Ebben a hónapban azonban még halvány lesz, 10,0 és 9,2 magnitúdó között fényesedik, miközben az Aquarius keleti, a Cettl szomszédos határánál mozog kelet felé. A hónap első napjaiban 4 fokkal nyugatra lesz a 8–9 magnitúdós 10P/Tempel 2-üstököstől és 6,5 fokkal délnyugatra a 9 magnitúdós (6) Hebe kisbolygótól.

### Július 13–16. között a növekvő holdsarló látványosan együttáll a Merkúr, Vénusz, Mars és a Szaturnusz bolygókkal

Legutóbb az ezredforduló környéki években láthattunk több fényes bolygót az esti égen felsorakozni. Most a Merkúr, a Vénusz, a Mars és a Szaturnusz képez 50 fok hosszú égi láncot, melyet július 13–16. között a Hold is meglátogat. A ritka bolygósorakozó hangulatos fotók, „asztro-tájképek” témájául szolgálhat, és kiváló alkalom bemutatók szervezésére is.



*A holdsarló, a Merkúr, a Vénusz és a Mars együttállása július közepén, az esti szürkületben*



*Július 27-én a Merkúr 17'-re megközelíti a Regulust.*

## Július 27-én a Merkúr bolygó 17'-re megközelíti a Regulust

Ezen a napon, napnyugta körül és azután fél órával egy rendkívül nehezen látható, de annál szebb együttállás következik be. A fényes ( $0^m$ ) Merkúr 17'-re, azaz a Hold látszó átmérőjének felére közelíti meg az  $1^s4-s$   $\alpha$  Leonist (Regulus). Sajnos a fényes égi háttér miatt nem lesz egyszerű a páros felkeresése, talán egy forgatható csillagtérkép, vagy osztott körök lehetnek segítségünkre. Fotózásuk is reménytelennek látszik. Vizuálisan nagyobb nagyításokkal kell dolgoznunk.

## Teljes napfogyatkozás július 11-én

Az év második napfogyatkozása teljes napfogyatkozás lesz, amely Magyarországról nem látható. Az esemény az esti órákban kezdődik, és éjfél előtt ér véget. A teljesség sávja a Tonga-szigetektől délnyugatra indul, és a Csendes-óceán déli vizeit átszelve Chile és Argentína déli szegletében ér véget.

A félárnyék első érintésére 17:09:41-kor kerül sor. Maga az árnyék 18:15:15-kor érinti az óceánt. A fogyatkozás maximuma 19:33:34-kor van, ekkor a totalitás 5 perc 20,2 másodperc hosszú, az árnyékkúp 258,7 km széles és 800 km-re a Pitcairn-szigetektől északkeletre tartózkodik. A fogyatkozás nagysága 1,058 magnitúdó. Az árnyék 20:51:42-kor válik el az argentin pampákról, a félárnyék 21:57:16-kor távozik bolygónk felszínéről.

A Nap–Hold páros az Ikrek csillagkép középső régióján halad át. A Hold 1,66 nappal van földközelsége előtt, látszó átmérője nagy, 32,89'. A Föld egy hete volt naptávolságban, így a Nap látszó mérete jóval kisebb az átlagosnál, 31,46'. A kettő különbsége 1,43', ami miatt ez a fogyatkozás is az ötpercesek elitjébe tartozik.

Ez a napfogyatkozás a 76 eseményt adó 146-os Szárosz-család 27. tagja.

## A Galle-kráter

A Neptunusz felfedezőjéről elnevezett holdkráter kevésbé közismert, melynek oka egyrészt viszonylag kis méretének (átmérője 21 kilométer, mélysége 2300 méter), másrészt magas északi fekvésének tudható be. A kráter keletkezési idejét az eratosthenesi korbá teszik a geológusok, amely mintegy 3,2 milliárd évvel ezelőtt kezdődött, és nagyjából 1,1 milliárd évvel ezelőtt ért véget. Ha saját szemünkkel akarjuk látni a Galle-krátert, akkor a legjobb, ha az újhold utáni hatodik napon (növekvő fázis), vagy pedig a teleholdat követő negyedik napon (csökkenő fázis) eredünk a nyomába. A Galle-kráter megtalálása nem okozhat gondot, mert a hatalmas és impozáns megjelenésű Aristoteles-től nagyjából 100 kilométerre fekszik északkeleti irányban, a Mare Frigoris keleti felén. Már egy kis távcső is elegendő a kráter megfigyeléséhez, de nagyobb átmérő és 200–300 szoros nagyítás feltárja a kráter belsejében lévő csuszamlásokat is.

## Ha nyár, akkor táborozás

Ha nyár, akkor táborozás, igaz a mondás amatőrcsillagász körökben is. A Magyar Csillagászati Egyesület minden nyáron megrendezi ifjúsági táborát a középiskolás generáció számára. Ezek helyszíne mindig egy városi



*Napészlelés a Meteor '09 Távcsöves Találkozón*

fényektől távoli, tiszta levegőjű, érintetlen környezetben lévő hegyvidéki észlelőhely. Az egyhetes tábor során a résztvevők megismerkednek a csillagos égbolttal, a csillagképekkel és legendáikkal, a távcsövekkel és az amatőrcsillagászati megfigyelések alapjaival. A legmodernebb csillagászati és űrkutatási eredményeket sajátíthatják el játékosan. Mindebben az Egyesület és a Polarís Csillagvizsgáló munkatársai vannak segítségükre. A Meteor folyóirat rovatvezetői nyújtanak bepillantást a konkrét megfigyelési ágazatokba, úgymint napészlelés, a Hold megfigyelése, üstökösök, mélygobjektumok, változócsillagok, kettőscsillagok észlelése. Tapasztalt asztrofotósoktól leshetik el szakmájuk csínját-bínját. Akit érdekel a csillagászat, szereti a jó társaságot és a természetet, annak ott a helye!

Egyesületünk másik fontos, ha nem a legfontosabb eseménye az évente megrendezett Meteor Távcsöves Találkozó, a magyar amatőrcsillagászok háromnapos seregszemléje. Itt találkozhatnak egymással a távoli ismerősök, kicserélhetik gondolataikat, megismerkedhetnek egymás műszereit. Tájékozódhatnak a távcsőpiac új-

donságairól, és vásárolhatnak, eladhatnak, cserélhetnek bármit az Asztrobazárban. Teleszkópjukat benevezhetik a „Mutasd meg a távcsöved!” vetélkedőre. Előadásokat hallgathatnak, amatőr műhelyek munkáiban vehetnek részt, ahol asztrofotózással, vagy akár mélyég-rajzolással kapcsolatos kérdéseikre ott helyben, gyakorlati választ kapnak. Sőt, akinek van egy kis kezűgyessége, a tükörcsiszoló tanfolyamon maga készítheti el új műszerének főtükrét.

Nyaranta magasan a fejünk fölött láthatjuk a Hadak Útját, a Tejutat. A városokban azonban ma már nyoma sincs a tücsökciripelés, csillagfényes nyáréjszakák hangulatának, mindent betölt az autók zaja, a füst, a por és a sok felesleges fény. Emiatt nem láthatjuk nagyvárosainkból az ezüstösen porzó Hadak Útját, és ezért is érdemes táborozni nyáron. Hiszen sötét ég alól az M13 gömbhalmaz (Herkules csillagkép) több ezer csillag halmazává bomlik fel. Onnan az M27 (Súlyzó-köd, Kis Róka csillagkép) is sokkal szebben mutat, nem is beszélve az olyan közismert, de fényszennyezett ég alól nem vagy alig látszó csodákról, mint a Fátyol-köd vagy az Észak-Amerika-köd (Hattyú).

Dél felé pillantva a városi amatőr csak egy újabb paneltömböt láthat, a táborok egén azonban arrafelé a számtalan mélyég-csodát rejtő Skorpió és Nyilas az úr. Itt az M4, M22, M8, M20, sőt az M17 és M16 ködfoltját is remekül tanulmányozhatjuk. S ha mindez nem lenne elég, a társaság, s a rengeteg egyéb élmény örökre feledhetetlenné teszi a táborokat.

## A Hold csillagfedései

Dátum	UT			J	Csillag		Hold		C	PA	A	B	
hó nap	h	m	s		ZC No	név	m	fázis	h		m/o	m/o	m/o
7 1	2	3	53	ki	145833		7,4	82 – 34	178 89	D	246	+1,7	+0,7
7 2	23	22	59	s	3453	κ Psc	5,0	66 – 20	111 5	É	330	+9,9	+9,9
7 2	23	55	49	ki	3455	9 Psc	6,3	66 – 25	118 72	É	263	+1,0	+1,7
7 6	23	9	54	ki	375		6,8	27 – 3	65 67	D	231	–0,5	+1,6
7 10	1	42	19	ki	77276		6,8	4 – 4	58 62	É	298	–0,2	+0,7
7 10	1	50	23	ki	839	121 Tau	5,4	4 – 5	60 62	D	241	–0,6	+1,5
7 24	20	36	51	be	2822		5,6	99 + 18	161 87	É	78	+1,7	+0,9
7 25	0	37	1	be	2838	50 Sgr	5,6	99 + 12	217 57	É	48	+0,7	–0,2
7 31	23	22	40	ki	89		6,5	72 – 33	114 77	É	257	+0,9	+1,7

## Évforduló

### 100 éve, 1910. július 10-én hunyt el Galle, a Neptunusz felfedezője

Galle, Johann Gottfried, német csillagász (1812. június 9. Pabsthaus – 1910. július 10. Potsdam), családja hetedik, utolsó gyermekeként született. A Berlii Egyetemen folytatott tanulmányai (1830–33) befejezése után, 1835-ben, az éppen akkor elkészült Berlii Observatóriumban kezdett dolgozni Johann Franz Encke mellett, mint asszisztens. Csillagászati, meteorológiai, földmágneses méréseket végzett. Első publikációja 1836-ban jelent meg (a



*Egy nevető arc a Marson: a Galle-kráter*

Pallas kisbolygó új pályaelemeiről), majd 1838-ban a 24 cm-es refraktorral felfedezi a Szaturnusz belső (C jelű), halványabb gyűrűjét. Valamiért azonban a szakma nem fordított figyelmet ez irányú feljegyzéseire, és csak jóval később, 1850-ben vált közismertté a fátyol-gyűrű, amikor Bond (USA) és Dawes (Anglia) újralfedezi azt. Pályafutása során elsősorban üstökösöket tanulmányozott, ő maga hármat fedezett fel az 1839. december 2. és 1840. március 6. közötti rövid időszak során. Olaf Römer csillagok és bolygók meridián-átmeneteinek 1706. október 20–23. között végzett észleléseinek kiredukálásáról és kritikus elemzéséről írta doktori tanulmányát, melynek egy példányát elküldte Le Verrier-nek, az

ismert matematikusnak, aki azonban jó ideig nem válaszolt neki, csak midőn (a dolgozat értékelése mellett) a feltételezett ismeretlen bolygó utáni kutatásra is felkérte. Ez a válaszlevél 1846. szeptember 18-án született, és 23-án kapta kézhez Galle, és még azon az éjszakán (Heinrich Louis d'Arrest asszisztenciájával) meg is talált egy a vártnak megfelelő ismeretlen objektumot. A soron következő két további éjszakán kétséget kizárólag bebizonyosodott, hogy valóban a keresett bolygót fedezte fel! 1851-ben Galle Breslauba (ma: Wrocław) költözött, ahol a csillagászat professzora és a helyi obszervatórium vezetője lett, és nyugdíjba vonulásáig, mintegy 46 éven keresztül ezt a pozíciót töltötte be. 1875-ben még egy fontos publikációt jelentet meg, a Nap parallaxisának kisbolygók észlelésével történő meghatározásáról. A (8) Flora két évvel korábbi megfigyelése alapján  $8,82'' \pm 0,06''$  értéket kap rá, amely jóval közelebb van a ma elfogadott értékhez, mint a Mars és Vénusz észleléseiből származtatott akkori értékek. A Galle által javasolt kisbolygós módszerrel mai szemmel tekintve a legjobb! Fia, Andreas Galle geodéziaprofesszor segítségével 404 üstökös katalógusát publikálja 1894-ben. Élete legutolsó időszakában, 98. születésnapjáig saját kezűleg válaszolta meg a világ minden tájáról hozzá érkező leveleket. Nevét a Holdon és a Marson is kráter őrzi, ez utóbbi a híres „nevető arc” kráter, valamint a 2097-es sorszámu kisbolygó, és a Neptunusz legbelső, széles, halvány gyűrűje is az ő nevét viseli.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1:37,7	Io	fk
	22:47,0	Io	ák
	23: 7,1	Callisto	fv
2	0: 9,1	Io	ek
	1: 1,7	Io	áv
	23:44,5	Io	mv
5	0:52,8	Ganymedes	fv
6	0:15,1	Europa	ek
	0:17,3	Europa	áv
9	0:40,8	Io	ák
	2: 1,4	Io	ek
	22: 0,2	Io	fk
10	1:36,5	Io	mv
	22:42,4	Io	ev
12	1:37,1	Ganymedes	fk
13	0: 5,5	Europa	ák
14	23:36,7	Europa	mv
16	0: 2,6	Ganymedes	ev
	23:54,2	Io	fk
17	22:20,2	Io	ek
	23:17,8	Io	áv
18	0:33,3	Io	ev
	21:54,7	Io	mv
22	2: 5,1	Europa	mv
	22:57,1	Ganymedes	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
23	0:56,5	Ganymedes	ek
	21:10,1	Europa	ev
24	1:48,2	Io	fk
	22:57,0	Io	ák
25	0:10,1	Io	ek
	1:11,8	Io	áv
	2:23,2	Io	ev
	23:44,2	Io	mv
26	20:50,6	Io	ev
	23:36,2	Callisto	ák
27	1:55,1	Callisto	áv
28	23:23,3	Europa	fk
29	23:45,4	Ganymedes	ák
30	20:53,6	Europa	ek
	21:21,5	Europa	áv
	23:34,9	Europa	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

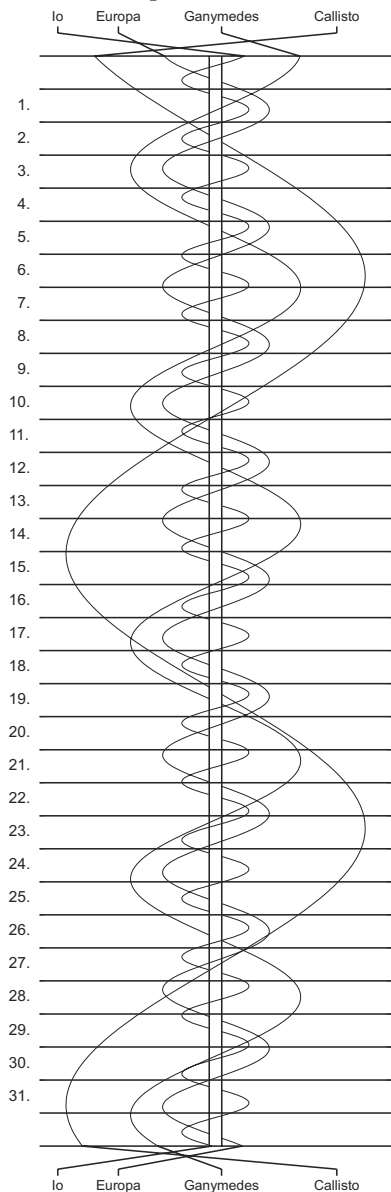
m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

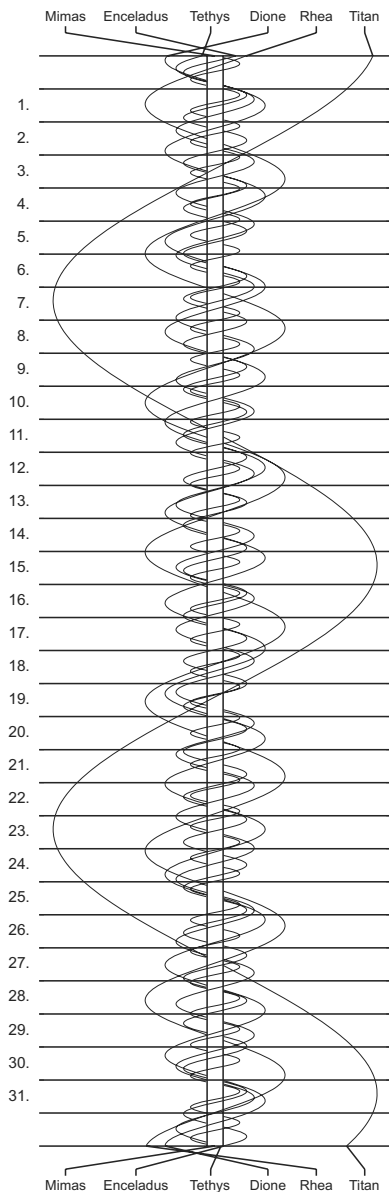
v = a jelenség vége



### Jupiter-holdak



### Szaturnusz-holdak



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – augusztus**

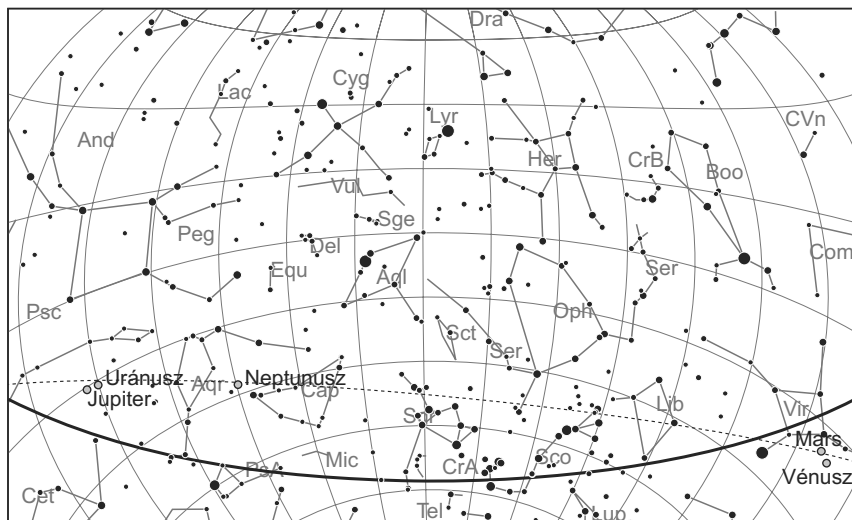
KÖZEI

Dátum	Nap				$h_d$ °	$E_t$ m	Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m				kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. v 213. 32. hét	4 21	11 50	19 18	60,5	–6,4		21 20	3 53	10 59	
2. h 214.	4 22	11 50	19 17	60,2	–6,3		21 45	4 36	12 06	
3. k 215.	4 23	11 50	19 16	60,0	–6,2		22 15	5 23	13 14	● 5 59
4. sz 216.	4 25	11 50	19 14	59,7	–6,1		22 55	6 14	14 23	
5. cs 217.	4 26	11 50	19 13	59,4	–6,1		23 46	7 09	15 28	
6. p 218.	4 27	11 50	19 11	59,2	–6,0		–	8 07	16 27	
7. sz 219.	4 29	11 49	19 10	58,9	–5,8		0 49	9 07	17 17	
8. v 220. 33. hét	4 30	11 49	19 08	58,6	–5,7		2 04	10 08	17 57	
9. h 221.	4 31	11 49	19 06	58,3	–5,6		3 26	11 07	18 30	
10. k 222.	4 32	11 49	19 05	58,0	–5,4		4 51	12 03	18 58	● 4 08
11. sz 223.	4 34	11 49	19 03	57,7	–5,3		6 16	12 57	19 22	
12. cs 224.	4 35	11 49	19 02	57,4	–5,1		7 40	13 50	19 46	
13. p 225.	4 36	11 49	19 00	57,1	–5,0		9 01	14 42	20 09	
14. sz 226.	4 38	11 48	18 58	56,8	–4,8		10 22	15 34	20 35	
15. v 227. 34. hét	4 39	11 48	18 56	56,5	–4,6		11 40	16 27	21 06	
16. h 228.	4 40	11 48	18 55	56,2	–4,4		12 55	17 21	21 41	● 19 14
17. k 229.	4 42	11 48	18 53	55,9	–4,2		14 03	18 15	22 25	
18. sz 230.	4 43	11 48	18 51	55,6	–4,0		15 03	19 09	23 16	
19. cs 231.	4 44	11 47	18 49	55,2	–3,8		15 53	20 02	–	
20. p 232.	4 46	11 47	18 48	54,9	–3,5		16 33	20 53	0 15	
21. sz 233.	4 47	11 47	18 46	54,6	–3,3		17 05	21 41	1 18	
22. v 234. 35. hét	4 48	11 47	18 44	54,2	–3,0		17 31	22 26	2 23	
23. h 235.	4 50	11 46	18 42	53,9	–2,8		17 53	23 09	3 29	
24. k 236.	4 51	11 46	18 40	53,6	–2,5		18 13	23 50	4 33	○ 18 05
25. sz 237.	4 52	11 46	18 38	53,2	–2,3		18 31	–	5 37	
26. cs 238.	4 54	11 45	18 36	52,9	–2,0		18 48	0 30	6 41	
27. p 239.	4 55	11 45	18 35	52,5	–1,7		19 06	1 10	7 45	
28. sz 240.	4 56	11 45	18 33	52,2	–1,4		19 26	1 51	8 49	
29. v 241. 36. hét	4 58	11 45	18 31	51,8	–1,1		19 49	2 34	9 55	
30. h 242.	4 59	11 44	18 29	51,5	–0,8		20 17	3 19	11 02	
31. k 243.	5 00	11 44	18 27	51,1	–0,5		20 52	4 08	12 09	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## augusztus

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 410	0 37 59	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 455 411	0 41 55	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 455 412	0 45 52	Hermina, István, Lídia, Terézia
4.	2 455 413	0 49 48	Domonkos, Dominika
5.	2 455 414	0 53 45	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 455 415	0 57 41	Berta, Bettina, Géza
7.	2 455 416	1 01 38	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 455 417	1 05 35	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 455 418	1 09 31	Emőd, János, Roland
10.	2 455 419	1 13 28	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 455 420	1 17 24	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
12.	2 455 421	1 21 21	Klára, Hilda, Letícia
13.	2 455 422	1 25 17	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 455 423	1 29 14	Marcell, Menyhért
15.	2 455 424	1 33 10	Mária, Alfréd
16.	2 455 425	1 37 07	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 455 426	1 41 04	Jácint
18.	2 455 427	1 45 00	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 455 428	1 48 57	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 455 429	1 52 53	Szent István ünnepe; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 455 430	1 56 50	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 455 431	2 00 46	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 455 432	2 04 43	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 455 433	2 08 39	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 455 434	2 12 36	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 455 435	2 16 33	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 455 436	2 20 29	Gáspár, József, Mónika
28.	2 455 437	2 24 26	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 455 438	2 28 22	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 455 439	2 32 19	Róza, Letícia, Rózsa
31.	2 455 440	2 36 15	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna



*A déli égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** 1-jén majdnem egy órával nyugszik a Nap után. 7-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $27,4^\circ$ -ra a Naptól. Ennek ellenére láthatósága egyre romlik, a hónap második felében már nem figyelhető meg.

**Vénusz:** Fényesen látszik az esti égen, látóhatár feletti magassága lassan csökken. Egy és negyed órával nyugszik a Nap után. 20-án van legnagyobb keleti kitérésben,  $46^\circ$ -ra a Naptól. Fényessége  $-4^m,2$ -ről  $-4^m,4$ -ra, átmérője  $19,9''$ -ről  $27,9''$ -re nő, fázisa  $0,58$ -ról  $0,43$ -ra csökken.

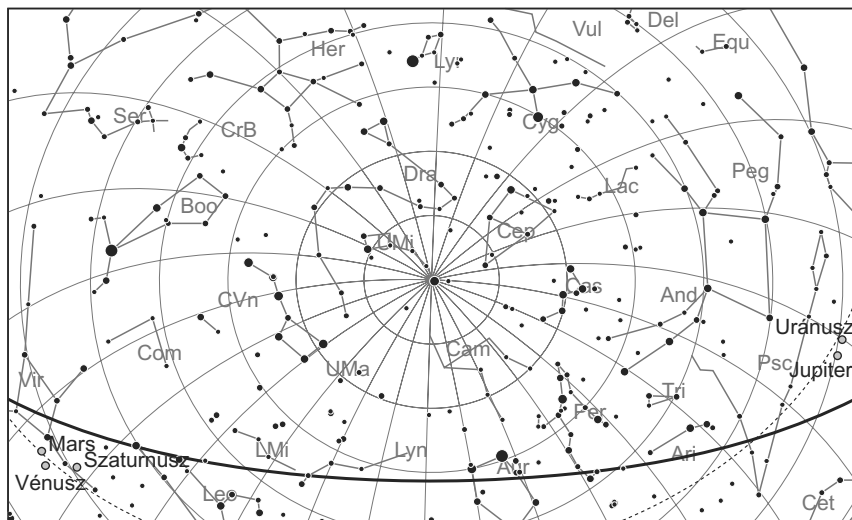
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti nyugati égen látható, késő este nyugszik. Fényessége  $1^m,5$ , átmérője  $4,7''$ -ről  $4,4''$ -re csökken.

**Jupiter:** Hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagy részében feltűnően látszik a déli ég alján. Fényessége  $-2^m,8$ , átmérője  $48''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Este nyugszik, napnyugtá után kereshető a nyugati ég alján. Fényessége  $0^m,9$ , átmérője  $16''$ .

**Úránusz:** A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** Egész éjszaka megfigyelhető, 20-án van szembenállásban a Nappal. Hátrálása során 14-én a Vízöntő csillagképből visszatér a Bak csillagképbe.

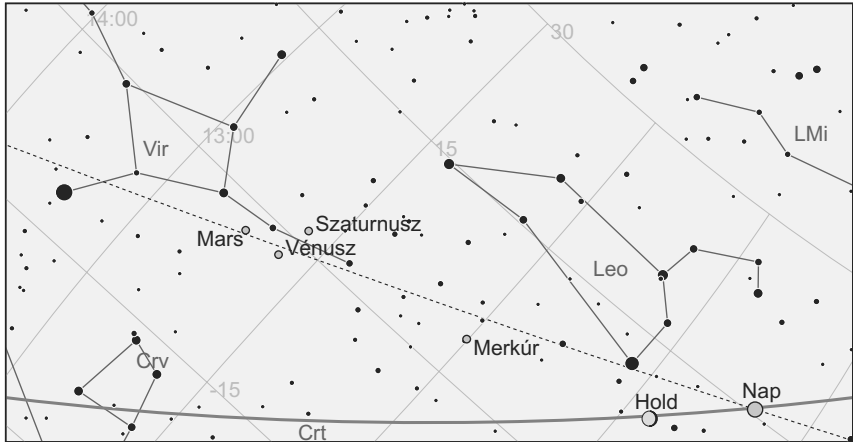


Az északi égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

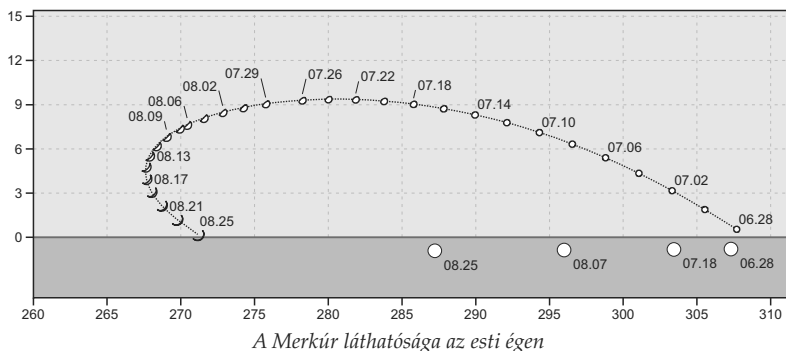
- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 08.01. | 19:40 | A (40) Harmonia kisbolygó (11 <sup>m</sup> 1) 3,4'-re a 47 Lib-től  |
| 08.02. | 22:56 | A 10P/Tempel 2-üstökös 7'-cel északnyugatra a 28 Cet-től és 17'-re a 27 Cet-től   |
| 08.03. | 1:25  | Hold maximális librációja ( $l = -6,66^\circ$ , $b = -6,00^\circ$ )   |
| 08.03. | 4:59  | Utolsó negyed (Hold az Aries csillagképben)   |
| 08.03. | 19:19 | A Vénusz, Szaturnusz, Mars és a Vesta kisbolygó egymás közelségében, $10^\circ$ -os körön belül                                 |
| 08.03. | 22:56 | A 10P/Tempel 2-üstökös 8'-cel délre a 30 Cet-től  |
| 08.04. | 20:20 | Hold nyugati librációja ( $l = -7,24^\circ$ )   |
| 08.04. | 22:56 | A 10P/Tempel 2-üstökös 18'-cel keletre az η Cet-től   |
| 08.06. | 0:47  | Merkúr dichotómiája (50,0% fázis, $27,3^\circ$ keleti elongáció)  |
| 08.06. | 1:07  | A Hold mögül kilép a 103 Tauri (5 <sup>m</sup> 5, 21,7%-os csökkenő holdfázis)  |
| 08.06. | 6:32  | Hold eléri legnagyobb deklinációját $+24,6^\circ$ -nál (19,7%-os csökkenő holdfázis)  |
| 08.07. | 1:09  | A 13,1%-os csökkenő fázisú Hold $0,9^\circ$ -ra megközelíti az M35 jelű nyílt-halmazt a Gemini csillagképben                    |
| 08.07. | 1:10  | Merkúr legnagyobb keleti elongációja ( $27,4^\circ$ elongáció, 0 <sup>m</sup> 4, 7,8- átmérő, 48% fázis, Sextans csillagkép)    |
| 08.07. | 18:45 | A Vénusz ( $-4^\circ$ 2), a Mars (1 <sup>m</sup> 5) és a Szaturnusz (0 <sup>m</sup> 9) $5^\circ$ -os távolságon belül egymástól |



*A Vénusz, a Mars és a Szaturnusz 5°-os távolságon belül egymástól augusztus 7-én 18:45-kor*

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 08.08. | 19:07 | A Vénusztól ( $-4^m3$ ) $2^o43'$ távolságra a Szaturnusz ( $0^m9$ ) a Naptól $45,6^o$ -os elongációban             |
| 08.09. | 2:57  | 24 óra 11 perces holdsarló $3,5^o$ magasan a hajnali égen  |
| 08.10. | 3:08  | Újhold (Hold a Cancer csillagképben)   |
| 08.10. | 17:51 | Hold földközelpontban (földtávolság: 357 863 km, látszó átmérő: $33'24''$ , 0,7%-os növekvő holdfázis)             |
| 08.13. | 9:13  | A nappali égen a 15,4%-os növekvő fázisú Holdtól $4^o43'$ -cel délre a Vénusz                                      |
| 08.13. | 16:26 | Hold északi librációja ( $b = 6,71^o$ )  |
| 08.13. | 18:34 | Napnyugta után a Hold és a Vénusz–Mars–Szaturnusz-hármas látványos együttállása                                    |
| 08.15. | 15:12 | Hold maximális librációja ( $l = 7,31^o$ , $b = 5,94^o$ )  |
| 08.16. | 18:14 | Első negyed (Hold a Libra csillagképben)   |
| 08.17. | 0:10  | Hold keleti librációja ( $l = 7,73^o$ )  |
| 08.17. | 15:34 | Vénusz dichotómiája (50,0% fázis, $45,9^o$ keleti elongáció)   |
| 08.18. | 18:02 | Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,8^o$ -nál (70,2%-os növekvő holdfázis)                                     |
| 08.18. | 18:41 | A Vénusztól ( $-4^m3$ ) $1^o51'$ távolságra a Mars ( $1^m5$ ) a Naptól $46,0^o$ -os elongációban                   |
| 08.19. | 23:08 | A (247) Eukrate kisbolygó ( $11^m7$ ) $2,3'$ -cel keletre a 88 Psc-től   |
| 08.20. | 3:48  | Vénusz legnagyobb keleti elongációja ( $46,0^o$ elongáció, $-4^m3$ , $24,2''$ átmérő, 49% fázis, Virgo csillagkép) |
| 08.20. | 10:06 | Neptunusz oppozícióban ( $7^m8$ , $2,4''$ látszó átmérő, Capricornus csillagkép)                                   |
| 08.21. | 2:32  | A (16) Psyche kisbolygó ( $11^m1$ ) $17,5'$ -cel északra az NGC 1647 jelű nyílthalmaztól ( $6^m4$ )                |



### Dátum Időpont Esemény

- 08.21. 2:32 A (7) Iris kisbolygó (9<sup>m</sup>8) 15,0'-cel északra az M35 jelű nyílthalmaztól (5<sup>m</sup>1)
- 08.22. 22:13 A (2) Pallas kisbolygó (10<sup>m</sup>0) 7,7'-cel északnyugatra a  $\tau^1$  Ser-től
- 08.24. 17:05 Telihold (Hold az Aquarius csillagképben)
- 08.25. 5:38 Hold földtávolban (földtávolság: 406 387 km, látszó átmérő: 29'24", 99,6%-os csökkenő holdfázis)
- 08.27. 0:47 A Hold mögül kilép a 19 Piscium (5<sup>m</sup>0, 95,0%-os csökkenő holdfázis)
- 08.27. 20:56 A Hold mögül kilép a 45 Piscium (6<sup>m</sup>8, 91,0%-os csökkenő holdfázis)
- 08.27. 22:58 Hold déli librációja ( $b = -6,64^\circ$ )
- 08.28. 22:40 A (1214) Richilde kisbolygó (14<sup>m</sup>3) elfedi a TYC 5758-00120-1-et (10<sup>m</sup>0)
- 08.30. 3:12 A Hold súrolva elfedi a ZC 317-ot a déli pereme mentén (6<sup>m</sup>4, 75,1%-os csökkenő holdfázis)
- 08.31. 2:29 A Hold mögül kilép a 47 Arietis (5<sup>m</sup>8, 66,3%-os csökkenő holdfázis)
- 08.31. 17:59 A Vénusz 1°3'-re a Spicától, valamint 4,2°-ra a Marstól
- 08.31. 23:47 A 57,6%-os csökkenő fázisú Hold 1,4°-ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben

## Üstökösök

**C/2009 K5 (McNaught).** A hajnali égre átkerülő, egyre javuló láthatóságú, cirkumpoláris üstökös 11–13 magnitúdó körüli fényessége mellett látható a Lynx csillagképben. Lassuló mozgása miatt egy hónap alatt csak 4 fokot mozdul el az égen.

**10P/Tempel 2.** A Cet csillagkép déli felében járó üstökös megközelíti stacionárius pontját, így a korábbi gyors, keleti irányú mozgása délkeleti, majd déli irányba vált, és jelentősen lelassul. Bár napközelpontján már áthaladt, bolygónkhoz még közeledik, így fényessége nem sokat csökken, amiben annak is nagy szerepe van, hogy perihéliuma után lassabban szokott halványodni, mint ahogy kifényesedik. A 8–8,5 magnitúdós üstökös 3-a és 5-e között az  $\eta$ -27-28-30 Ceti csillagok által formázott alakzaton fog áthaladni.

**65P/Gunn.** Ebben a hónapban eléri pályája legdélebbi pontját,  $-33^{\circ}29'$ -nél a Microscopium csillagképben. Az ezt megelőző napokban, augusztus 21-én és 22-én, alig pár ívpercre lesz a SAO 212333 jelű 5,5 magnitúdós csillagtól. Fényessége 12,5 magnitúdó körül várható.

**103P/Hartley 2.** A Pegasusban, majd a Lacertában észak felé haladó üstökös folytatja gyors fényesedését, melynek legfőbb oka, hogy egy hónap alatt 45 millió km-rel kerül közelebb bolygónkhoz. A hónap elején még csak 11,5 magnitúdós kométa a nyár végére 9 magnitúdóig fényesedhet. Augusztus 24-én hajnalban néhány ívpercre megközelíti a 15 magnitúdós NGC 7363 jelű galaxist, este pedig a hasonló fényességű NGC 7369-et. Az üstökös 1971-ben került jelenlegi pályájára, amikor 0,085 CSE-re megközelítette a Jupitert, így perihélium-távolsága 1,6 CSE-ről 0,9 CSE-re, keringési ideje pedig 7,9 évről 6,1 évre csökkent.

## Kisbolygók

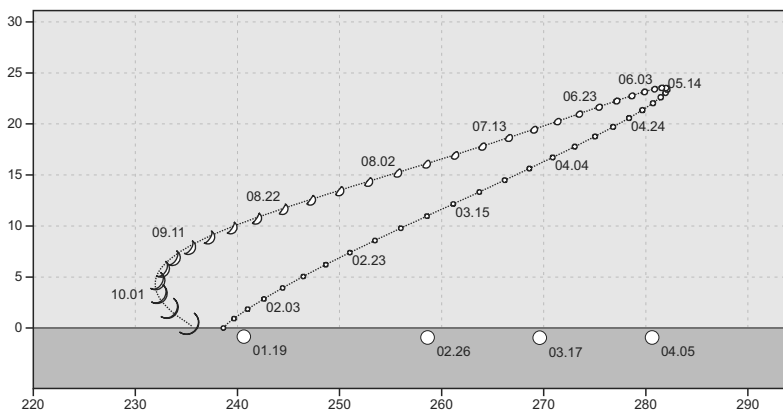
**(1) Ceres.** Az esti égen, nyugati stacionárius pontjában forduló kisbolygó talán az egyetlen olyan megmaradt bolygócsíra a főövben, amely kialakulása óta nem szenvedett el jelentős változásokat. Az összeállás utáni felmelegedés elkülönítette a nehezebb és a könnyebb anyagokat, létrehozva a vízben gazdag köpenyt. A belső hő gyors csökkenésével a felszíni kriovulkanizmus leállt, a felszínen található jég elszublimált, a ma észlelhető hidratált ásványokat, például agyagféléket, karbonátokat hagyva hátra. Ennek pontos menetéről majd 2015-ben szolgálat számunkra pontosabb adatokat a remélhetőleg épségben odaérkező Dawn szonda. Ebben a hónapban a Ceres csak 1,4 fokot halad az égen az Ophiuchusban. Fényessége 8,1 és 8,6 magnitúdó között csökken, 31-én este 24 ívperccel északra láthatjuk az 5,3 magnitúdós 43 Ophiuchitól.

**(6) Hebe.** A német postamester, Karl Ludig Hencke második kisbolygója ez, melynek nevét Carl Gauss javasolta nem sokkal az égitest 1847-es felfedezése után. A keleti stacionárius pontjában forduló kisbolygó a Cet nyugati felében látszik, fényessége 8,7 és 8,0 magnitúdó között növekszik, miközben 19-én hajnalban 21 ívperccel nyugatra halad el a 12,5 magnitúdós NGC 151 jelű galaxistól.

**(8) Flora.** A virágok és kertek római istennője után elnevezett, a Naptól átlagosan 2,2 CSE-re keringő 136 km átmérőjű kisbolygó a legbelső nagy aszteroida. Nem ismerünk olyan 25 km-nél nagyobb kisbolygót, amelynek átlagos naptávolsága kisebb lenne. A keleti stacionárius pontjában forduló, 9,2 és 8,4 magnitúdó között fényesedő égitestet az Aquarius keleti, a Cet csillagképpel határos szélénél kell keresni. A hónap utolsó éjszakáján 20 ívpercre megközelíti a 11,5 magnitúdós NGC 7727 jelű galaxist.

**(39) Laetitia.** A hat kisbolygót felfedező francia Jean Chacornac ötödik felfedezése volt ez a  $220 \times 150$  km-es aszteroida, melyet a vidámság római istennőjéről neveztek el. Idei szembenállása a kedvezőbbek közül való, hiszen oppozíciója két hónappal előzi meg napközelségét. Ebben a hónapban 10,1 és 9,4 magnitúdó között fog fényesedni, miközben keleti stacionárius pontjában fordulva a Piscesből az Aquariusba jut.





*A Vénusz esti láthatósága 2010-ben*

## A Vénusz dichotómiája augusztus 17-én

Belső bolygósomszédunk a nyári hónapok folyamán megfigyelhető lesz az esti égen, annak ellenére, hogy az ekliptika nem emelkedik meredeken a horizont fölé. Már május közepén is észlelhető a horizont fölött, ám a Naptól való távolsága ekkor csak 30 fok lesz. Ez az érték egészen augusztus 20-áig növekszik, amikor eléri a 46 fokos naptávolságot. Az előrejelzések szerint három nappal korábban következik be dichotómiája, az- az ekkor láthatjuk éppen 50%-osnak a bolygó fázisát. Azonban a fázis becslése során mindig tapasztalható eltérés az előrejelzésben szereplő időpont és a ténylegesen észlelt 50%-os fázis között, amit Schröter-effektus néven ismerünk. Ennek oka a Vénusz légkörében szóródó napfény. Az esti láthatóságok alkalmával a „félVénusz” fázis mindig előbb észlelhető az előrejelzetténél. Így ezekben a napokban a bolygó nyomon követése különösen értékes megfigyelésekre ad lehetőséget. Ezután a naptávolság csökken, fázisa és látszó átmérője a láthatóság alatt növekszik. A bolygó fázisbecslését a kis távcsövekkel rendelkező észlelők is bátran végezhetik. A bolygó fényesen ragyogó égitestként könnyen megtalálható a délnyugati horizont fölött, fényessége ekkor  $-4,3$  magnitúdó lesz. Sajnos augusztus végére láthatósága jelentősen romlik, a bolygó megfigyelésre kedvezőtlen helyzetbe kerül. A dichotómia időpontjában a Mars mintegy 2 fokkal északkeletre található a Vénusztól, ám ennek a bolygónak a fölkeresése már nehezebb, hiszen  $+1,5$  magnitúdóval és  $4,5''$  átmérővel nem lesz igazán látványos égitest.

## Meteorrajok

Név	aktivitás	maximum	SL	RA	D	v	dRA	dD	ZHR
Quadrantidák (QUA)	01.01–01.05.	01.03.	83	230	+49	41	0,40	–0,20	60–200
Delta Cancridák (DCA)	01.01–01.24.	01.17.	297	130	+20	28			4
Delta Leonidák (DLE)	02.15–03.10.	02.24.	336	168	+16	20			2
Kappa Serpentidák (KSE)	04.01–04.07.	04.05.	15	231	+18	45	1,00	0,00	4
Áprilisi Lyridák (LYR)	04.16–04.25.	04.22.	32	273	+33	48	1,23	0,17	18*
Éta Aquaridák (ETA)	04.19–05.28.	05.06.	46	338	–01	66	0,76	0,42	40–85
Epszilon Lyridák (ELY)	05.03–05.12.	05.08.	48	287	+44	44			3
Tau Herculidák (TAH)	05.31–06.10.	06.03.	72	229	+40	15	0,90	–0,10	2*
Júniusi Lyridák (JLY)	06.10–06.21.	06.15.	85	278	+35	33	0–5		5
Júniusi Bootidák (JBO)	06.25–07.04.	06.27.	96	229	+50	14	0,60	–0,40	2*
Pegasidák (JPE)	07.07–07.13.	07.08.	106	332	+15	30	3		2
Piscis Austrinidák (PAU)	07.15–08.10.	07.27.	124	348	–27	44	0,80	0,20	5
Déli Delta Aquaridák (SDA)	07.12–08.19.	07.28.	125	339	–16	41	0,73	0,26	20
Alfa Capricornidák (CAP)	07.03–08.15.	07.30.	127	306	–09	22	0,54	0,25	4
Perseidák (PER)	07.17–08.24.	08.12.	140	48	+58	59	1,38	0,18	100
Kappa Cygnidák (KCG)	08.03–08.25.	08.17.	145	278	+54	21	0,30	0,10	5
Alfa Aurigidák (AUR)	08.25–09.08.	09.01.	159	88	+40	66	1,00	0,20	5*
Szeptemberi Perseidák (SPE)	09.05–09.17.	09.09.	167	50	+39	65			3
Októberi Capricornidák (OCC)	09.20–10.14.	10.03.	190	303	–10	10	1,00	0,00	3
Delta Aurigidák (DAU)	09.20–10.21.	10.04.	191	84	+51	65	1,20	0,10	4
Draconidák (GIA)	10.06–10.10.	10.08.	195	264	+57	20	1,90	0,30	2*
Epszilon Geminidák (EGE)	10.12–10.27.	10.19.	206	102	+26	69	0,70	0,10	2
Orionidák (ORI)	10.02–11.07.	10.21.	208	95	+16	66	0,70	0,11	25
Leo Minoridák (LMI)	10.19–10.27.	10.24.	211	161	+37	62	1,42	–0,36	2
Déli Tauridák (STA)	10.01–11.25.	11.06.	224	53	+14	28	0,73	0,18	6
Északi Tauridák (NTA)	10.01–11.25.	11.12.	230	57	+21	28	0,80	0,16	5

Név	aktivitás	maximum	SL	RA	D	v	dRA	dD	ZHR
Khi Orionidák (XOR)	11.26–12.15.	12.02.	250	82	+20	44	1,00	0,00	4
Puppídák–Velidák (PUP)	12.01–12.15.	12.07.	255	123	–45	40			10
Monocerotidák (MON)	11.27–12.17.	12.13.	261	101	+08	42	0,83	–0,05	3
Szigma Hydridák (HYD)	12.03–12.15.	12.12.	260	130	+01	58	0,72	–0,21	3
Geminidák (GEM)	12.07–12.17.	12.14.	262	113	+32	35	1,02	–0,15	120
Ursidák (URS)	12.17–12.26.	12.22.	271	219	+75	33	0,20	–0,30	10*
Coma Berenicidák (COM)	12.12–01.23.	12.29.	278	180	+22	64	0,85	–0,10	5

\* = A raj időnként a megadott aktivitásnál jóval nagyobb kitéréseket produkál.

## Meteorrajok

Sok év után megújult formában, aktualizált tartalommal jelenik meg meteorraj-táblázatunk, amely a Nemzetközi Csillagászati Unió hivatalos rajlistája alapján készült, figyelembe véve az International Meteor Organization vizuális megfigyeléseken alapuló rajkatalógusát. Mivel a meteorcsillagászat jelenleg is forradalmi fejlődésen megy keresztül, listánk évről évre módosulhat. Inkább egy munkalistának tekinthető, melynek javításában, frissítésében az észlelő amatőrcsillagászokra is számítunk. A táblázatban az első oszlopban a raj hivatalos neve, majd három betűs rajkódja található. Utána a raj aktivitási időszak, majd a maximális aktivitás időpontja szerepel polgári dátumban és kerekített Solar Longitude értékben. Ezt követi a radiáns pozíciója a maximum idején, ahol a rektaszcenzió értéket fokokban adtuk meg. A légkörbe érkezés sebessége után a radiánsvándorlás napi értéke fokokban, végül pedig az egyik legbizonytalanabb érték, a maximumban várható meteorszám következik. Meg kell jegyezni, hogy ez az érték a zenitben elhelyezkedő radiánusra és 6,2-es határmagnitúdóra van számolva, így minden ettől eltérő tényező csökkenti a látott meteorok számát.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC No név m	Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
8 4	0 6 35	ki	75768	7,6	42 – 26	86 72	É 273	+0,4	+1,4
8 4	1 32 54	ki	75799	8,2	41 – 40	102 41	É 304	+1,7	+0,2
8 5	2 49 46	ki	76499	7,3	31 – 45	104 57	D 228	+0,5	+2,4
8 5	2 51 14	ki	76502	7,7	31 – 45	105 37	D 208	+0,1	+3,2
8 6	1 7 0	ki	767 103 Tau	5,5	22 – 20	75 79	D 255	-0,1	+1,6
8 6	2 17 29	ki	77011	9,0	21 – 31	87 89	É 267	+0,4	+1,4
8 6	2 29 22	ki	77021	8,9	21 – 33	89 90	D 266	+0,5	+1,5
8 6	2 45 51	ki	77027	8,0	21 – 35	92 55	D 231	+0,2	+2,4
8 7	0 31 23	ki	78005	8,1	13 – 5	60 57	É 304	-0,1	+0,5
8 7	1 55 29	ki	78093	8,9	13 – 17	74 53	D 235	-0,3	+2,1
8 7	2 38 7	ki	78119	8,1	13 – 24	81 58	É 304	+0,6	+0,5
8 8	1 33 15	ki	79174	7,3	6 – 3	62 65	É 300	-0,1	+0,6
8 15	18 58 41	be	158556 <sup>1</sup> SHJ 179	6,8	39 + 8	228 47	É 67	+0,9	-1,0
8 15	18 59 47	be	2066 <sup>2</sup> BU 225	6,6	39 + 8	228 47	É 67	+0,9	-1,0
8 20	19 33 12	be	2777	6,9	86 + 20	175 11	É 4	+0,6	+2,7
8 25	20 53 53	ki	3370	6,2	99 – 30	134 64	É 257	+1,4	+1,5
8 27	0 47 15	ki	3501 19 Psc	5,0	95 – 46	193 57	É 270	+2,2	-0,4
8 27	20 55 34	ki	51 45 Psc	6,8	91 – 27	110 31	É 299	+1,5	+0,8
8 28	21 47 7	ki	177	6,9	85 – 32	108 83	É 250	+0,7	+1,8
8 29	22 31 58	ki	296	7,7	77 – 35	105 87	É 251	+0,7	+1,8
8 31	0 22 59	ki	75633	7,0	67 – 48	116 77	É 265	+1,3	+1,3
8 31	2 28 45	ki	435 47 Ari	5,8	67 – 62	161 80	É 263	+1,8	+0,6
8 31	22 46 23	ki	540	7,8	58 – 26	84 60	É 287	+0,5	+1,1

<sup>1</sup> BA m1 = 7<sup>m</sup>0 m2 = 6<sup>m</sup>6 sep = 35" PA = 115

<sup>2</sup> BC m1 = 7<sup>m</sup>3 m2 = 8<sup>m</sup>4 sep = 1,2" PA = 87

### Évforduló

#### 50 éve állt pályára az első passzív mesterséges hold: az Echo-1

Az ECHO műholdak a NASA első passzív kommunikációs mesterséges holdjai voltak. Mindegyik fémbevonatú ballon volt, amely a mikrohullámokat volt hivatott reflektálni a Föld egyik pontjáról egy másik pontjára. A sorozat első tagját, az eredeti Echo-1-et szállító Delta rakéta indítása sikertelen volt, így a soron következő kísérletet, az Echo-1A-t nevezték később Echo-1-nek. Ezt 1960. augusztus 12-én állították 1519 és 1687 km magasságok közötti, 47,2 fokos inklinációjú pályára. A 30,5 m átmérőjű, mégis alig 76 kg tömegű ballont a ma már az élet számtalan helyén előforduló „mylar” nevű (alig 0,127 mm vastag, 0,00025 mm-es alumínium bevonatú poliészter film) anyaggal burkolták. Pályára állása után felszabaduló gázokkal fújták fel. Sikeresen közvetített kontinenst átfogó, illetve interkontinentális telefon-, rádió- és TV-jeleket. A földi álló-



*Az Echo-1 a szerelőcsarnokban*

színtűleg több ember láthatta, mint bármely más, korábbi űreszköz. Az Echo-1A 1968. május 24-én tért vissza és égett el a Föld légkörében. Az Echo-2 már 41 m átmérőjű volt, és jóval merevebb előző társánál. Belül szektorokra osztották, anyaga pedig úgynevezett PET film volt, így lényegesen jobban közelítette a gömb alakot, mint elődje. Az alkalmazott különleges technológia jellemzője, hogy a hatalmas ballon egy 1 m átmérőjű dobozban elfért. Egy Thor Agena rakétával állították az előzőnél alacsonyabb és nagyobb inklinációjú (85,5 fok) pályára 1964. január 25-én, és 1969. június 7-i visszaérkezéséig további passzív kommunikációs kísérleteket végeztek el vele, valamint globális geodéziai alkalmazhatóságát is vizsgálták. Például az Echo program holdjai szolgáltak referenciapontokként Moszkva pontos földrajzi koordinátáinak meghatározásához, ami az amerikai hadsereg számára az interkontinentális ballisztikus rakéták célra irányításához kellett. Az időközben kifejlesztett aktív távközlési holdak kiszorították ezt a technológiát, azonban ilyen ballon-szerű műholdakat még később is alkalmaztak, de elsősorban geodéziai célokra (PAGEOS).

mások antennáival történő pontosabb befogását a ballonhoz rögzített 107,9 MHz-es rádióadókkal tették lehetővé, amiket 5 db Ni-Cd akkumulátor táplált, 70 nap-elem-cellával töltötték utána. A fő telekommunikációs kísérletek mellett ez a műhold segítette a felsőléggör sűrűségének, valamint a Nap fénynyomásának meghatározását, mivel igen nagy felület/tömeg aránya miatt jelentősen perturbálták ezek a hatások a pályáját. A mikrometeor-becsapódások és termikus hatások miatt alakja gyorsan változott, így az ultrarövidhullámú jelek átviteli alkalmazásait alig egy hónap után be kellett szüntetni. Minthogy a felülete a látható fény tartományában is igen jól tükrözött, látható volt a Föld legnagyobb részéről – való-

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:50,9	Io	ák
	1:58,9	Io	ek
	22:10,7	Io	fk
2	1:32,4	Io	mv
	20:25,9	Io	ek
	21: 8,2	Ganymedes	mv
	21:34,5	Io	áv
	22:39,2	Io	ev
5	1:59,6	Europa	fk
6	21:10,0	Europa	ák
	23:16,3	Europa	ek
	23:56,8	Europa	áv
7	1:57,4	Europa	ev
8	2:44,9	Io	ák
	20: 6,9	Europa	mv
9	0: 4,8	Io	fk
	20:51,4	Ganymedes	fv
	21:13,5	Io	ák
	21:50,9	Ganymedes	mk
	22:13,4	Io	ek
	23:28,7	Io	áv
10	0:26,7	Io	ev
	0:40,1	Ganymedes	mv
	21:46,3	Io	mv
12	20: 0,1	Callisto	áv
13	23:45,4	Europa	ák
14	1:36,7	Europa	ek
	2:32,0	Europa	áv
15	22:27,9	Europa	mv
16	1:58,9	Io	fk
	21:41,1	Ganymedes	fk
	23: 7,7	Io	ák
	23:59,8	Io	ek
17	0:52,2	Ganymedes	fv
	1:20,1	Ganymedes	mk
	1:23,0	Io	áv
	2:13,3	Io	ev
	20:27,5	Io	fk
	23:32,2	Io	mv

nap	UT h:m	hold	jelenség
18	19:51,6	Io	áv
	20:39,7	Io	ev
21	2:20,7	Europa	ák
	3:14,6	Callisto	fk
22	20:31,7	Europa	fk
23	0:47,1	Europa	mv
24	1: 2,0	Io	ák
	1:42,3	Ganymedes	fk
	1:45,3	Io	ek
	3:17,5	Io	áv
	19:44,5	Europa	ev
	22:21,6	Io	fk
25	1:17,3	Io	mv
	19:30,6	Io	ák
	20:11,5	Io	ek
	21:46,1	Io	áv
	22:25,2	Io	ev
26	19:43,4	Io	mv
27	18:57,5	Ganymedes	áv
	21:18,6	Ganymedes	ev
29	23: 8,9	Europa	fk
30	3: 4,7	Europa	mv
31	2:56,5	Io	ák
	19:19,0	Europa	ek
	20:59,9	Europa	áv
	22: 0,2	Europa	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

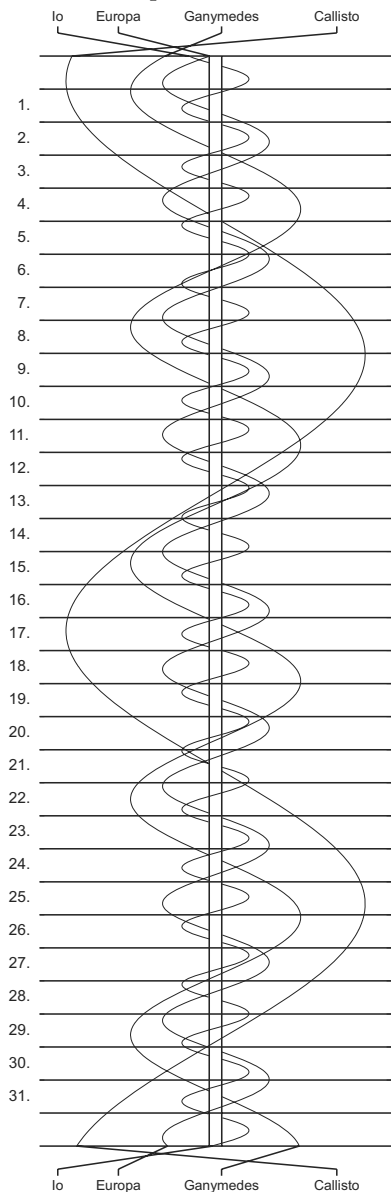
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

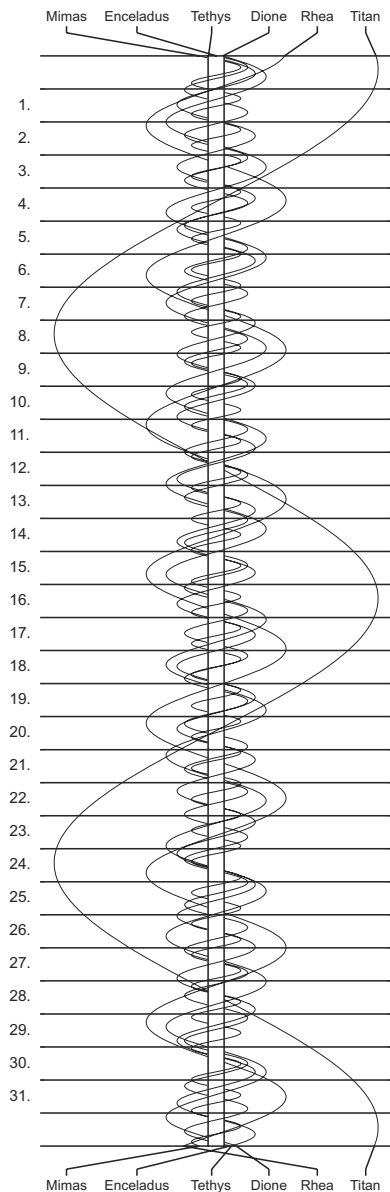
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

### Jupiter-holdak



### Szaturnusz-holdak



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – szeptember**

KÖZEI

Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
1. sz 244.	5 02	11 44	18 25	50,7	-0,2	21 37	4 59	13 14	●	18 22
2. cs 245.	5 03	11 43	18 23	50,4	+0,1	22 33	5 55	14 14		
3. p 246.	5 04	11 43	18 21	50,0	+0,4	23 41	6 52	15 06		
4. sz 247.	5 06	11 43	18 19	49,6	+0,8	–	7 51	15 50		
5. v 248.	5 07	11 42	18 17	49,3	+1,1	0 57	8 49	16 26		
37. hét										
6. h 249.	5 08	11 42	18 15	48,9	+1,4	2 19	9 46	16 55		
7. k 250.	5 10	11 42	18 13	48,5	+1,8	3 43	10 41	17 21		
8. sz 251.	5 11	11 41	18 11	48,2	+2,1	5 08	11 34	17 46	●	11 30
9. cs 252.	5 12	11 41	18 09	47,8	+2,5	6 32	12 28	18 10		
10. p 253.	5 14	11 41	18 07	47,4	+2,8	7 55	13 21	18 36		
11. sz 254.	5 15	11 40	18 05	47,0	+3,1	9 17	14 16	19 05		
12. v 255.	5 16	11 40	18 03	46,6	+3,5	10 36	15 11	19 40		
38. hét										
13. h 256.	5 18	11 40	18 01	46,3	+3,9	11 49	16 07	20 22		
14. k 257.	5 19	11 39	17 59	45,9	+4,2	12 54	17 03	21 11		
15. sz 258.	5 20	11 39	17 57	45,5	+4,6	13 48	17 57	22 08	●	6 50
16. cs 259.	5 22	11 39	17 55	45,1	+4,9	14 32	18 49	23 10		
17. p 260.	5 23	11 38	17 53	44,7	+5,3	15 07	19 38	–		
18. sz 261.	5 24	11 38	17 51	44,3	+5,6	15 35	20 24	0 15		
19. v 262.	5 26	11 37	17 48	44,0	+6,0	15 59	21 07	1 21		
39. hét										
20. h 263.	5 27	11 37	17 46	43,6	+6,3	16 19	21 49	2 25		
21. k 264.	5 28	11 37	17 44	43,2	+6,7	16 37	22 29	3 29		
22. sz 265.	5 30	11 36	17 42	42,8	+7,1	16 55	23 10	4 33		
23. cs 266.	5 31	11 36	17 40	42,4	+7,4	17 14	23 51	5 36	○	10 17
24. p 267.	5 32	11 36	17 38	42,0	+7,8	17 33	–	6 41		
25. sz 268.	5 34	11 35	17 36	41,6	+8,1	17 55	0 33	7 46		
26. v 269.	5 35	11 35	17 34	41,2	+8,4	18 22	1 18	8 53		
40. hét										
27. h 270.	5 37	11 35	17 32	40,8	+8,8	18 54	2 05	10 00		
28. k 271.	5 38	11 34	17 30	40,5	+9,1	19 35	2 56	11 05		
29. sz 272.	5 39	11 34	17 28	40,1	+9,5	20 26	3 49	12 06		
30. cs 273.	5 41	11 34	17 26	39,7	+9,8	21 28	4 44	12 59		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

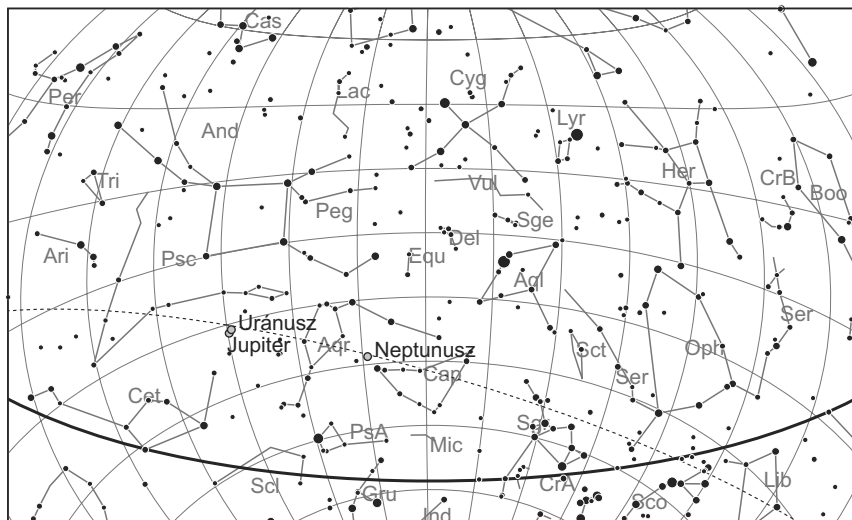


## szeptember

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 441	2 40 12	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 455 442	2 44 08	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 455 443	2 48 05	Hilda, Gergely, Gergő
4.	2 455 444	2 52 02	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 455 445	2 55 58	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 455 446	2 59 55	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
7.	2 455 447	3 03 51	Regina, Dusán, István, Menyhért
8.	2 455 448	3 07 48	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
9.	2 455 449	3 11 44	Ádám, Péter
10.	2 455 450	3 15 41	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán
11.	2 455 451	3 19 37	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 455 452	3 23 34	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 455 453	3 27 31	Kornél, János, Lujza
14.	2 455 454	3 31 27	Szeréna, Roxána
15.	2 455 455	3 35 24	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
16.	2 455 456	3 39 20	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 455 457	3 43 17	Zsófia, Ildikó, Róbert
18.	2 455 458	3 47 13	Diána, József, Richárd
19.	2 455 459	3 51 10	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 455 460	3 55 06	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
21.	2 455 461	3 59 03	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 455 462	0 03 00	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
23.	2 455 463	0 06 56	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 455 464	0 10 53	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
25.	2 455 465	0 14 49	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta
26.	2 455 466	0 18 46	Jusztina, Dániel
27.	2 455 467	0 22 42	Adalbert, Albert, Károly, Vince
28.	2 455 468	0 26 39	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 455 469	0 30 35	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
30.	2 455 470	0 34 32	Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia

8. A zsidó naptár 5771. évének kezdete

14. A bizánci naptár 7519. évének kezdete



A déli égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Bolygók

**Merkúr:** 3-án alsó együttállásban van a Nappal. 10-e után már kereshető a hajnali keleti égen, láthatósága gyorsan javul. 19-én kerül legnagyobb nyugati kitérésbe,  $17,9^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt. Hajnali megfigyelésére most van a legkedvezőbb időszak. A hónap végén is több mint egy órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Az esti nyugati égbolt feltűnő égiteste. Láthatósága egyre romlik, az ekliptika látóhatárhoz viszonyított lapos hajlásszöge miatt. Hónap elején egy, a végén fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m,4$ -ról  $-4^m,6$ -ra, átmérője  $28,3''$ -ről  $43,8''$ -re nő, fázisa  $0,42$ -ről  $0,2$ -re csökken. Legnagyobb fényességét 28-án éri el. Nagy fényessége miatt a nappali égen is megkereshető!

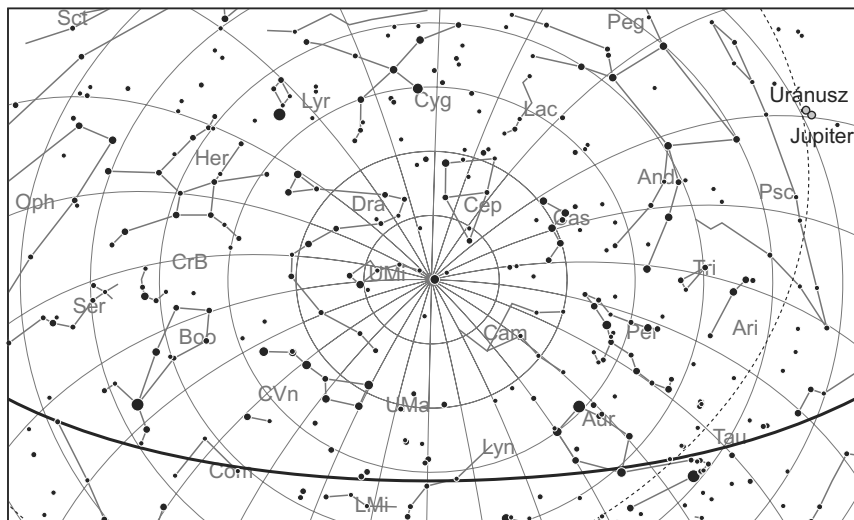
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Szűz, majd a Mérleg csillagképben. Az esti órákban látható, két órával nyugszik a Nap után. Fényereje  $1^m,5$ , átmérője  $4,4''$ -ről  $4,2''$ -re zsugorodik.

**Jupiter:** Hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Egész éjszaka feltűnően látszik a déli égen. 21-én szembenállásban van a Nappal. Fényessége  $-2^m,9$ , átmérője  $50''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hónap elején még kereshető napnyugta után az alkonyi fényben a nyugati látóhatár közelében. Fényessége  $0^m,8$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Egész éjszaka látható a Halak csillagképben. 21-én szembenállásban van a Nappal.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Bak csillagképben. Kora hajnalban nyugszik.



Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

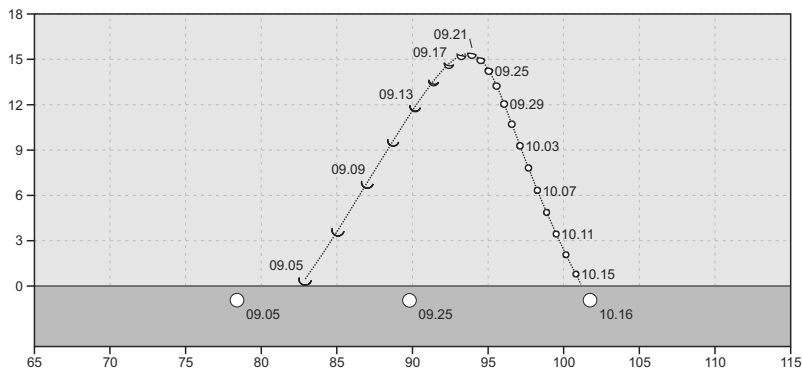
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 09.01. | 17:22 | Utolsó negyed (Hold a Taurus csillagképben)  |
| 09.01. | 23:13 | A Hold mögül kilép a 95 Tauri ( $6^m1$ , 47,4%-os csökkenő holdfázis)                                      |
| 09.02. | 3:57  | Hold nyugati librációja ( $l = -7,30^\circ$ )  |
| 09.02. | 5:44  | Hold eléri legnagyobb deklinációját $+24,4^\circ$ -nál (44,5%-os csökkenő holdfázis)                       |
| 09.03. | 17:57 | Merkúr alsó együttállásban a Nappal (Naptól $3,9^\circ$ -ra)   |
| 09.05. | 2:37  | A Hold súrolva elfedi a ZC 1186-ot az északi pereme mentén ( $6^m0$ , 15,8%-os csökkenő holdfázis)         |
| 09.06. | 3:00  | A 8,0%-os csökkenő fázisú Hold $2,6^\circ$ -ra megközelíti az M67 jelű nyílthalmazt a Cancer csillagképben |
| 09.06. | 21:36 | Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, kilépés az árnyékból 23:19-kor                            |
| 09.07. | 3:39  | 30 óra 51 perces holdsarló $7,9^\circ$ magasan a hajnali égen  |
| 09.08. | 0:43  | A (77) Friga kisbolygó ( $11^m9$ ) $3,1'$ -cel északnyugatra az o 58 Aqr-től                               |
| 09.08. | 3:52  | Hold földközelen (földtávolság: 357 186 km, látszó átmérő: $33'28''$ , 0,3%-os csökkenő holdfázis)         |
| 09.08. | 10:30 | Újhold (Hold a Leo csillagképben)  |
| 09.09. | 2:06  | A 103P/Hartley 2-üstökös $12'$ -cel délnyugatra az o And-től   |
| 09.09. | 19:00 | A 103P/Hartley 2-üstökös $16'$ -cel északkeletre az o And-től  |
| 09.09. | 23:31 | Hold északi librációja ( $b = 6,58^\circ$ )  |

**Dátum Időpont Esemény**

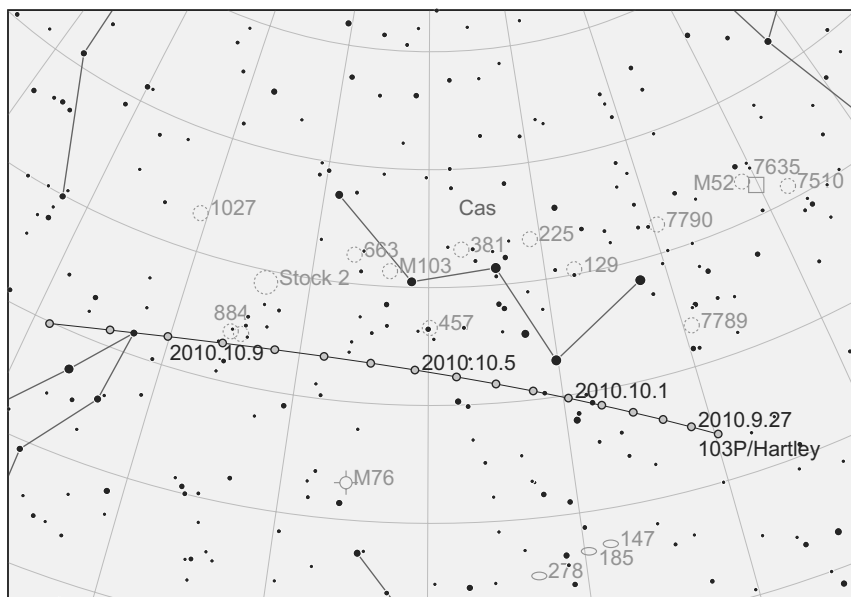
09.11.	11:43	A nappali égen a 13,4%-os növekvő fázisú Holdtól 1°5'-cel északra a Vénusz
09.12.	17:04	Hold maximális librációja ( $l = 7,56^\circ$ , $b = 5,06^\circ$ )
09.13.	20:02	A (129) Antigone kisbolygó (11 <sup>m</sup> 5) 3,9'-cel északra az $\eta$ Oph-tól
09.14.	1:54	Hold keleti librációja ( $l = 8,02^\circ$ )
09.14.	16:56	Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,6^\circ$ -nál (44,5%-os növekvő holdfázis)
09.15.	5:50	Első negyed (Hold az Ophiuchus csillagképben)
09.15.	19:07	A Hold mögé belép a 63 Ophiuchi (6 <sup>m</sup> 2, 55,6%-os növekvő holdfázis)
09.16.	17:43	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
09.16.	22:33	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
09.18.	3:18	A (219) Thusnelda kisbolygó (11 <sup>m</sup> 1) 26'-re megközelíti a (247) Eukrate kisbolygót (10 <sup>m</sup> 9)
09.18.	17:55	A Hold mögé belép a $\rho$ Capricorni (11 Cap, 4 <sup>m</sup> 8 fényességű kettőscsillag, 81,7%-os növekvő holdfázis)
09.19.	0:57	A Jupitertől ( $-2^m9$ ) 48'31" távolságra az Uránusz (5 <sup>m</sup> 7) a Naptól 176,8°-os elongációban
09.19.	13:34	Hold minimális librációja ( $l = 3,21^\circ$ , $b = -3,90^\circ$ )
09.19.	17:20	Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (17,9° elongáció, $-0^m4$ , 7,1" átmérő, 48% fázis, Leo csillagkép)
09.20.	2:27	Merkúr dichotómiája (50,0% fázis, 17,9° nyugati elongáció)
09.20.	17:53	A 93,7%-os növekvő fázisú Holdtól 4°18'-cel délre a Neptunusz
09.21.	7:51	Hold földtávolban (földtávolság: 406 181 km, látszó átmérő: 29'25", 96,1%-os növekvő holdfázis)
09.21.	11:35	Jupiter oppozícióban ( $-2^m9$ , 49,9" látszó átmérő, Pisces csillagkép)
09.21.	16:58	Uránusz oppozícióban (5 <sup>m</sup> 7, 3,7" látszó átmérő, Pisces csillagkép)
09.21.	17:47	Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, kilépés az árnyékból 20:53-kor
09.23.	3:09	Őszi napéjegyenlőség



A Merkúr a hajnali égen

## Dátum Időpont Esemény

09.23.	9:17	Telihold (Hold a Pisces csillagképben)
09.23.	17:20	Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
09.23.	23:08	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
09.24.	0:35	Hold déli librációja ( $b = -6,55^\circ$ )
09.24.	2:43	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
09.24.	3:33	A Merkúr ( $-0^m8$ ) $25^\circ31''$ -re megközelíti a $\chi$ Leo-t ( $4^m6$ )
09.27.	3:45	A Merkúr ( $-1^m0$ ) $3^\circ18''$ -re megközelíti a $\varsigma$ Leo-t ( $4^m1$ )
09.27.	14:56	Vénusz eléri legnagyobb fényességét, $-4^m6$ -t (látszó átmérője $42,1''$ , fázisa 22,4%)
09.27.	22:05	A (136) Austria kisbolygó ( $12^m1$ ) elfedi a TYC 0025-00630-1-et ( $9^m7$ )
09.28.	3:32	A 79,6%-os csökkenő fázisú Hold $2,0^\circ$ -ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben
09.30.	0:46	A 103P/Hartley 2-üstökös $2'$ -cel délre a $\lambda$ Cas-tól
09.30.	2:06	A (233) Asterope kisbolygó ( $11^m2$ ) $2,9'$ -cel délkeletre a 31 Psc-től
09.30.	2:28	Hold eléri legnagyobb deklinációját $+24,1^\circ$ -nál (61,3%-os csökkenő holdfázis)
09.30.	4:39	A Hold mögül kilép a 121 Tauri ( $5^m4$ , 60,4%-os csökkenő holdfázis)
09.30.	7:36	Hold nyugati librációja ( $l = -6,62^\circ$ )
09.30.	22:19	Az 52,5%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől a $\mu$ Geminorum (Tejat Posterior, $2^m9$ ) $8'5''$ -re



*A 103P/Hartley 2-üstökös útja a Cassiopeia csillagkép közelében szeptember 26. és október 12. között*

## Üstökösök

**10P/Tempel 2.** A Cet csillagképben haladva eléri stacionárius pontját, ám csekély föld-távolsága és közepes pályahajlása miatt nem lassul le igazán, inkább nagy ívben dél felé fordulva vált mozgása előretartóból hátrálóba. Fényessége 9 és 10 magnitúdó között csökken majd. Szeptember 13-án 4 ípperccel nyugatra halad el az UV Cetitől.

**65P/Gunn.** A Microscopium csillagképben eléri nyugati stacionárius pontját, és végre észak felé veszi az irányt. Lassú mozgása miatt csak 1,7 fokot halad az égen, fényessége viszont 13 magnitúdóra csökken. Szeptember 26-án hajnalban 12 íppercre megközelíti a 12 magnitúdós NGC 6925 jelű galaxist.

**103P/Hartley 2.** A 30–40 millió km-re járó üstökös egyre gyorsabban mozog északkelet felé, így a Lacertából az Andromeda északnyugati szegletén keresztül az  $\alpha$  Cassiopeiae közelébe jut. Fényessége a korábbiaknál is gyorsabban, 9 és 6 magnitúdó között növekszik, miközben 9-én napközben elhalad a 3,6 magnitúdós  $\alpha$  Andromedae előtt, 29-én éjfélkor pedig 2 íppercre megközelíti a 4,7 magnitúdós  $\lambda$  Cassiopeiae.

## Kisbolygók

**(6) Hebe.** A H kondrit típusú kőmeteoritok és a IIE típusú vasmeteoritok elsődleges forrásának is tekintik ezt a kisbolygót, így a Földön talált meteoritok 40%-a ebből az égitestből származhat. A nagy előfordulási arány annak köszönhető, hogy az átlagosan 2,4 CSE távolságban keringő égitest nagyon közel van a 2,5 CSE távolságban húzódó 3:1 arányú rezonanciához, ami a földközeli kisbolygók és így a meteorok legfontosabb forrása. A 21-én szembenállásba kerülő kisbolygó fényessége eléri a 7,7 magnitúdót, miközben gyors, dél-délkeleti irányú mozgást végez a Cet csillagkép délnyugati részén.

**(7) Iris.** A hajnali égen látszó 9,7 magnitúdós kisbolygó gyors előretartó mozgást végez a Gemini csillagképben. Szembenállása csak jövő januárban esedékes, ám nagy mérete és fényvisszaverő képessége miatt már ebben a hónapban is könnyen megfigyelhető lesz. Az ekliptika közvetlen közelében látszó égitest 15-én hajnalban 20 ípperccel északra lesz a 6,0 magnitúdós 44 Geminorumtól, 20-án pedig a 3,5 magnitúdós  $\delta$  Geminorumot közelíti meg 17 íppercre. Másnap 4 ípperccel északra halad el a 13,5 magnitúdós NGC 2365 jelű galaxistól.

**(8) Flora.** A kisbolygóöv belső szélén keringő kisbolygó a névadója a Flora-családnak, amely meglehetősen szétszórtnak, több alcsoportra osztható, tehát valószínűleg nagyon ősi eredetű kisbolygócsalád. Maga a Flora a csoport szélén található, így néha Ariadne-családként is hivatkoznak rájuk. Ez a csoport a feltételezett forrása az L típusú kondrit meteoritoknak, melyek a Földre hulló meteoritok 38%-át képviselik. A család tömegének 80%-át magában foglaló Flora 3-án este 5 ípperccel délnyugatra fog látszani a 12 magnitúdós NGC 7723 jelű galaxistól, majd 11-én szembenállásba kerül a Nappal. Ekkor fényessége eléri a 8,2 magnitúdót.

**(39) Laetitia.** Az Aquarius csillagképben láthatjuk, 14-én kerül szembenállásba a Nappal, amikor fényessége eléri a 9,1 magnitúdót. A délkeleti irányba mozgó kisbolygó 8/9-én éjszaka néhány íppercre megközelíti a 12 magnitúdós NGC 7721 jelű galaxist, 25-én este pedig 10 ípperccel északra fog látszani a 14 magnitúdós NGC 7665-től.

(471) **Papagena**. A Varázsfuvola egyik szereplőjéről elnevezett 134 km átmérőjű kisbolygót Max Wolf fedezte fel 1901-ben. Nagy méretéhez képest szokatlanul későn találták meg, amiben elnyúlt pályája és 15 fokos pályahajlása is közrejátszott. A nagy excentricitás miatt oppozíciós fényessége évről évre jelentősen változik, az idei azonban egy perihélium-oppozíció lesz, melynek során 26-án eléri a 9,7 magnitúdót. Sajnos a nagy pályahajlás miatt meglehetősen alacsonyan, a Ceti csillagkép déli részén, a  $\beta$  Ceti-től nem messze kell keresnünk.

## A Jupiter és az Uránusz oppozíciója szeptember 21-én

Naprendszerünk két bolygója lesz oppozícióban ezen az éjszakán, az égbolton 1 fokon belül közelítik meg egymást. Ráadásul az éjszaka nagy részében megfigyelhetők lesznek. A Jupiter látszó átmérője ekkor 50" lesz, ezzel szemben az Uránuszé csak 3,7". Ez az időszak megfigyelésükre a legkedvezőbb. Mindenképpen a Jupiter ígér több látnivalót, a Galilei-holdak helyváltoztatása már kis nagyítású távcsővel is remekül figyelemmel kísérhető. Természetesen a légkörének jelenségei adják a legizgalmasabb megfigyelési lehetőséget, a bolygó észlelése mindenféle méretű távcsővel ajánlott. Közepes átmérőjű műszerrel már sok apró struktúra és annak változásai nyomon követhetők a légkörében. Megkeresése nem jelenthet gondot senkinek, hiszen –2,9 magnitúdós fényességével igen feltűnő égitestként látható a déli horizont fölött.

Az Uránusz már nem szolgál ennyi látványossággal, ám ennek ellenére érdemes távcsövünk látómezejébe ügyeskedni, hiszen jellegzetes színe könnyen látható, és nagy nagyítással korong alakja is felismerhető. Érdekessége, hogy a látott szín nagyban függ távcsövünk optikai rendszerétől. 20 cm átmérő fölötti távcsővel esélyünk van megpillantani legnagyobb holdjait is. Fényessége ekkor az előrejelzések szerint 5,7 magnitúdó, elvileg akár szabad szemmel is megpillantható. A két bolygó horizont feletti magassága a deleléskor majdnem 40 fok, ami a korábbi évekhez képest jelentős javulás. Így kedvezőbb megfigyelhetőségre minden reményünk megvan.

## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC No név	m	Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
9 1	0 17 18	ki	76232	7,7	57 – 41	100 44	D	211	+0,1	+2,9
9 1	0 25 9	ki	76224	8,1	57 – 42	102 88	É	259	+0,8	+1,6
9 1	0 26 41	ki	76254	7,3	57 – 42	102 12	D	180	–1,6	+6,2
9 1	3 0 30	ki	578	8,3	57 – 63	150 81	É	267	+1,7	+0,6
9 1	22 44 6	ki	76717	7,2	48 – 18	73 70	É	283	+0,1	+1,1
9 1	23 12 33	ki	714 95 Tau	6,2	47 – 22	78 63	É	290	+0,4	+1,0
9 2	23 43 27	ki	77452	7,7	36 – 18	74 62	É	296	+0,3	+0,8
9 3	0 35 11	ki	77524	8,0	36 – 26	82 30	É	329	+1,3	–0,9
9 3	1 26 5	ki	77558	8,4	36 – 34	91 60	D	239	+0,3	+2,2
9 3	2 15 31	ki	77597	7,6	35 – 43	100 46	É	313	+1,4	–0,4

Dátum	UT	J	Csillag	Hold	C	PA	A	B	
hó nap	h m s		ZC No név m	fázis h			m/o	m/o	m/o
9 1	0 17 18	ki	76232	7,7 57 – 41	100 44	D	211	+0,1	+2,9
9 1	0 25 9	ki	76224	8,1 57 – 42	102 88	É	259	+0,8	+1,6
9 3	24 0 0	ki	78689	8,0 26 – 10	68 48	É	316	+0,2	+0,2
9 4	1 10 12	ki	78742	7,0 25 – 21	80 51	D	235	-0,2	+2,3
9 4	1 44 8	ki	78759	8,1 25 – 27	85 90	É	275	+0,4	+1,2
9 4	2 4 18	ki	78775	8,3 25 – 30	89 51	D	236	+0,2	+2,5
9 4	2 7 57	ki	78783	8,1 25 – 30	90 25	D	209	-0,4	+4,6
9 4	2 8 4	ki	78774	7,3 25 – 31	90 85	D	270	+0,5	+1,4
9 5	1 19 55	ki	97245	8,7 16 – 11	74 52	D	240	-0,3	+2,1
9 15	19 6 57	be	2577 63 Oph	6,2 55 + 12	209 9	É	9	-0,4	+2,0
9 18	17 55 11	be	2987 <sup>1</sup> ρ Cap A	4,9 81 + 22	157 39	D	128	+2,5	-0,3
9 18	17 55 15	be	X174647 <sup>2</sup> ρ Cap B	6,8 81 + 22	157 39	D	128	+2,5	-0,3
9 18	18 8 29	be	2989	6,7 81 + 23	160 51	É	38	+1,4	+1,5
9 18	23 8 8	be	3005	6,2 83 + 10	233 30	É	17	-0,1	+1,1
9 19	18 43 56	be	3109	6,6 88 + 27	157 26	É	11	+0,7	+2,3
9 19	19 7 28	be	3112	6,4 88 + 28	163 81	É	66	+1,7	+1,0
9 19	20 45 50	be	3119	6,9 89 + 29	190 83	D	82	+1,9	-0,1
9 20	19 58 17	be	145833	7,4 94 + 33	165 66	É	52	+1,4	+1,3
9 21	0 54 32	be	3248	6,5 95 + 14	242 84	É	70	+0,7	-0,9
9 29	0 16 15	ki	676	7,2 72 – 52	116 61	D	232	+0,9	+2,4
9 30	3 59 37	ki	77276	6,8 61 – 67	189 19	É	338	+1,4	-5,2
9 30	4 39 7	ki	839 121 Tau	5,4 61 – 64	210 84	É	274	+1,7	-0,6

<sup>1</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>0 m2 = 6<sup>m</sup>9 sep = 1,6" PA = 190

<sup>2</sup> BA m1 = 6<sup>m</sup>9 m2 = 5<sup>m</sup>0 sep = 1,6" PA = 10

## A Römer-kráter

A Holdon egy rendkívül figyelemreméltó krátert nevezett el a dán tudósról Johann Hieronymus Schröter, még 1802-ben. A Römer-kráter a Hold északkeleti részén, a Taurus-hegység déli szélén fekszik, a Sinus Amorisól (Szerелеm-öböl) kissé északra. Átmérője 40 kilométer, mélysége 3400 méter, amit a kráter sáncfalának legmagasabb pontjától kell értelmeznünk. Ennek a copernicusi érában keletkezett kráternek igen nagy méretű a központi csúcsa. A teraszos szerkezetű belső sáncfal egészen a központi csúcs lábáig tart. Néhány kutató úgy véli, hogy a holdi kőzetek ezen a területen kissé lazább összetételűek, kevésbé összefüggő réteget alkotnak, mint máshol. Ez a lazább összetétel könnyebben vezet csuszamlásokhoz. A Römer-kráter belsejében a központi csúcsból kissé északra fekszik egy 5–6 kilométeres másodlagos kráter. Ezt a kis krátert létrehozó becsapódás teljesen kisimította a teraszos falszerkezetet a kráter közvetlen környezetében, ugyanakkor a kráter alakja kissé el is deformálódott, amikor a lazábban kötődő talaj megcsúszott a központi csúcs irányába. Mindez természetesen szépen látható egy jó 8–10 centiméteres távcsővel is, 150–200-szoros nagyítást használva. Ha a megvilági-



tási viszonyok ideálisak és a légköri nyugodtság kiváló, akkor a fentebb említett műszerrel komoly esélyünk lehet a kráterüinktől északnyugatra húzódó Römer-rianás megpillantására is. Ennek a nagyon öreg rianásnak a teljes hossza mintegy 110 kilométer, de sajnos eléggé sekély, ami megnehezíti az észlelését. A Römer-krátert és rianást felkereshetjük az újhódat követő negyedik-ötödik napon, vagy ha a fogyó fázisban akarunk észlelni, akkor a telehold utáni harmadik nap ajánlható.

## Évforduló

### 300 éve hunyt el Olaf Römer, a fény terjedési sebességének meghatározója

Römer, Olaf (Ole Christensen Römer) dán csillagász (1644. szeptember 25., Aarhus – 1710. szeptember 19., Kopenhága) egy Christen Pedersen nevű kereskedő és hajóskapitány fiaként született. Apja azért vette fel a Römer nevet, hogy megkülönböztesse magát a többi Christen Pedersen nevű embertől, ami akkoriban nagyon gyakori név



*A fénysebesség megmérőjeként számon tartott Olaf Römer*

volt. Olafról kevés információ van egészen a Kopenhágai Egyetemre történő beiratkozásáig (1662). Römernek minden lehetősége megvolt arra, hogy matematikát és csillagászatot tanuljon Tycho Brahe észleléseit használva, amelyek publikálás alá rendezését mentora, Rasmus Bartholin kapta feladatul. Römer később XIV. Lajos alkalmazásában állt, aki a francia trónörökös tanárává tette. 1671-ben elutazott a Kopenhága közelében lévő Hven szigeti Uranienborg obszervatóriumba, és néhány hónap alatt a Jupiter Io nevű holdjának körülbelül 140 fedési jelenségét észlelte, miközben Párizsban ugyanezeket a fedéseket vizsgálta Giovanni Domenico Cassini is. A két észlelés időpontjainak eltéréseiből kiszámították Párizs és Uranienborg földrajzi hosszúságát, ezzel igazolva Galilei által javasolt hosszúságmeghatározási módszer működőképességét. 1672-ben visszatért Párizsba, hogy Cassini

asszisztenseként folytassa a Jupiter-holdak fedéseinek megfigyelését. Saját megfigyeléseivel kiegészítve Cassini 1666–68 közötti észleléseit, észrevette, hogy a fedések között eltelt idők rövidülnek, amikor a Föld közeledik a Jupiterhez, és hosszabbodnak, amikor távolodik tőle. Cassini 1675 augusztusában egy rövid cikket jelentetett meg, amiben hangsúlyozza, hogy ez az „...egyenlőtlenség úgy tűnik, annak tudható be, hogy időbe telik a fénynek elérnie bennünket a holdtól; a fénynek körülbelül 10–11 percre van szüksége hogy keresztülrepüljön a földpálya sugarával megegyező távolságon...” Römer 8 éven át tartó vizsgálódás után kidolgozta, hogyan vegye figyelembe a fény késését az Io jelenségeinek előrejelzésénél. Bár maga soha nem számította ki a

fény sebességének értékét, sokan mások igen, például elsőként Christiaan Huygens, miután megkapta személyes levelezés útján Römer eredeti megfigyelési eredményeit. Römer azért nem adta meg a fény sebességét, mert nem ismerte a Nap parallaxisának pontos értékét, tehát nem tudta, hogy a Föld–Jupiter távolság egy adott pillanatban mekkora. Megadta hát az időt, azzal, hogy ha majd egyszer a parallaxis értékét ismer-ni fogják, akkor kiszámolható a sebesség abból, hogy ezt a távolságot a fény mennyi idő alatt teszi meg. Nézeteit a fény véges terjedési sebességéről még sokáig nem fogadták el teljesen, egészen addig, amíg James Bradley fel nem fedezte az aberráció jelenségét. Römer 1681-ben tért vissza Dániába, ahol a koppenhágai egyetem csillagász professzorának nevezték ki. Aktív észlelő lett, mind az egyetem Rundetarn obszervatóriumában, mind odahaza, saját maga által kifejlesztett műszereivel. Sajnos észleléseinek nagy része megsemmisült az 1728-as nagy koppenhágai tűzvészben. Römer „királyi matematikus”-ként 1683-ban bevezette a mértékegységek első nemzeti rendszerét (1683). Az volt a szándéka, hogy csillagászati állandókra alapozva definiálja a mértékeket. 1700-ban sikerült meggyőznie a dán királyt, hogy Dániában és Norvégiában bevezessék a Gergely-naptárt. Szintén ő volt az egyik legelső hőmérsékleti skála megalkotója. Tőle tanult Fahrenheit, aki 1708-as látogatása után továbbfejlesztette Römer skáláját. A veszélyesen leromlott közállapotok idején, 1705-ben a koppenhágai rendőrség második vezetője lett, amely pozíciót egészen haláláig betöltötte. Munkája során megalkotta a koppenhágai közvilágítást (olajlámpákkal), az új épületek megépítésére szabályokat alkotott, a tűzoltóságot jobb és korszerűbb eszközökkel szereltette fel, rendezte a város vízellátását és csatornázását, valamint az utcákat és tereket új burkolattal látta el. Nevét a Holdon egy 40 km átmérőjű kráter (25,4 N, 36,4 E) és a (2897) Ole Römer kisbolygó őrzi.



# **CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR**

## **14-18 ÉVESEKNEK**

### **A POLARIS CSILLAGVIZSGÁLÓBAN**

FOGLALKOZÁSOK CSÜTÖRTÖKÖN  
18.00-19.30H KÖZÖTT,  
SZAKKÖRVEZETŐ: HORVAI FERENC

**MEGISMERHETED A CSILLAGKÉPEKET**

**KÖNNYEN, HAMAR ELSAJÁTÍTHATOD  
A TÁVCSÖVEK HASZNÁLATÁT**

**ELŐADÁSOK CSILLAGÁSZATRÓL, ŰRKUTATÁSRÓL,  
AKTUÁLIS ÉGI ESEMÉNYEKRŐL**

**RÉSZESE LEHETSZ A CSILLAGÁSZOK  
FANTASZTIKUS KÖZÖSSÉGÉNEK  
(KIRÁNDULÁSOK, TÁBOROK STB.)**

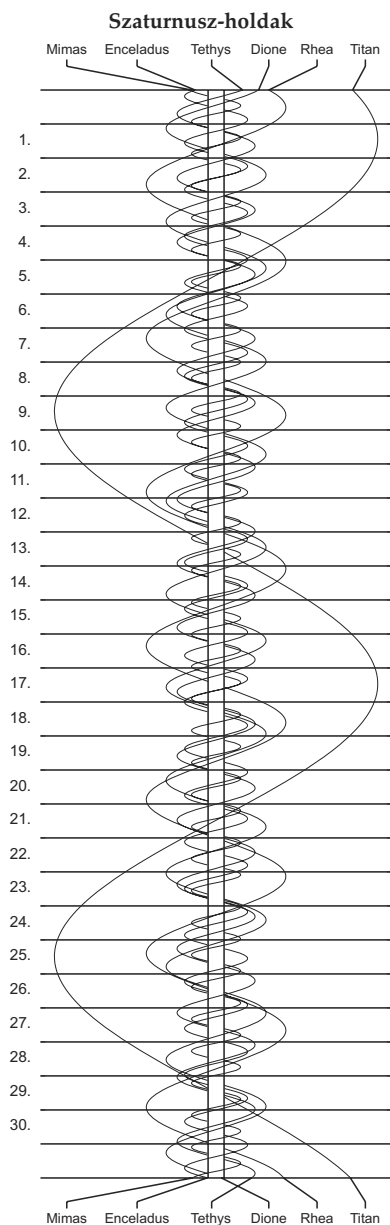
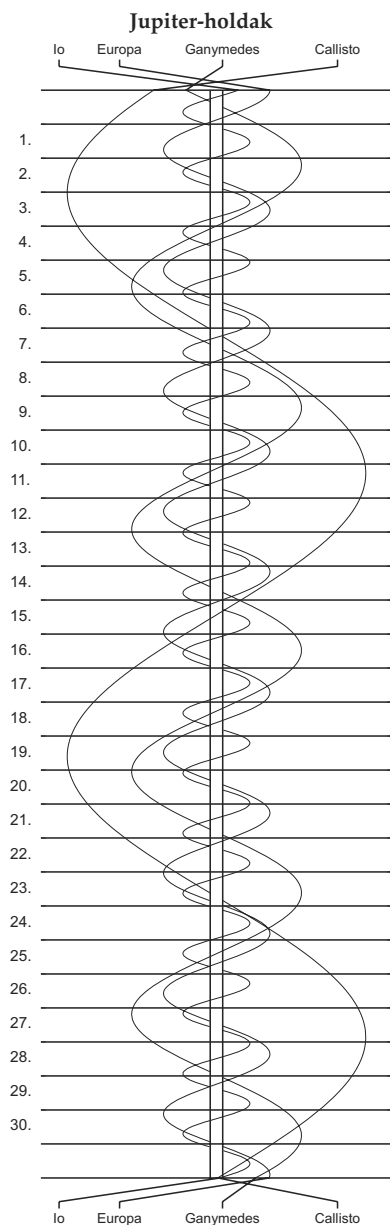
További információk: <http://polaris.mcse.hu>  
e-mail: [polaris@mcse.hu](mailto:polaris@mcse.hu)  
Cím: 1037 Budapest, III. kerület, Laborc u. 2/c



## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:15,9	Io	fk
	3: 1,6	Io	mv
	21:25,1	Io	ák
	21:56,1	Io	ek
	23:40,7	Io	áv
2	0:10,0	Io	ev
	18:44,5	Io	fk
	21:27,6	Io	mv
3	18: 9,4	Io	áv
	18:36,2	Io	ev
	19:50,0	Ganymedes	ák
	21:50,7	Ganymedes	ek
	22:58,0	Ganymedes	áv
4	0:38,2	Ganymedes	ev
6	1:46,3	Europa	fk
	21:36,4	Callisto	fk
7	23:19,2	Callisto	fv
	20:49,0	Europa	ák
	21:33,2	Europa	ek
	23:35,0	Europa	áv
8	0:14,6	Europa	ev
	2:10,3	Io	fk
	23:19,8	Io	ák
	23:40,2	Io	ek
9	1:35,4	Io	áv
	1:54,2	Io	ev
	18:28,4	Europa	mv
	20:38,9	Io	fk
	23:11,3	Io	mv
10	17:48,5	Io	ák
	18: 6,2	Io	ek
	20: 4,2	Io	áv
	20:20,3	Io	ev
	23:52,5	Ganymedes	ák
11	1: 8,1	Ganymedes	ek
	2:59,5	Ganymedes	áv
14	23:24,4	Europa	ák
	23:46,5	Europa	ek
15	2:10,1	Europa	áv
	2:28,2	Europa	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
16	1:14,7	Io	ák
	1:24,0	Io	ek
	3:30,3	Io	áv
	3:38,2	Io	ev
	17:42,5	Europa	fk
17	20:43,7	Europa	mv
	22:33,3	Io	fk
	0:54,7	Io	mv
	19:43,5	Io	ák
	19:49,9	Io	ek
18	21:59,1	Io	áv
	22: 4,2	Io	ev
	3:54,4	Ganymedes	ák
	19:20,6	Io	mv
	17:47,2	Ganymedes	fk
21	20:53,0	Ganymedes	fv
22	1:59,4	Europa	ek
	1:59,9	Europa	ák
23	3: 7,6	Io	ek
	3: 9,8	Io	ák
	17:19,8	Callisto	fv
24	20:14,2	Europa	mk
	23: 8,4	Europa	fv
	0:24,4	Io	mk
	2:42,8	Io	fv
	21:33,6	Io	ek
25	21:38,6	Io	ák
	23:48,0	Io	ev
	23:54,2	Io	áv
	17:48,0	Europa	ev
	18: 2,9	Europa	áv
26	18:50,3	Io	mk
	21:11,5	Io	fv
	18:13,9	Io	ev
28	18:22,9	Io	áv
	21: 6,7	Ganymedes	mk
29	0:53,6	Ganymedes	fv
30	22:29,2	Europa	mk



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – október**

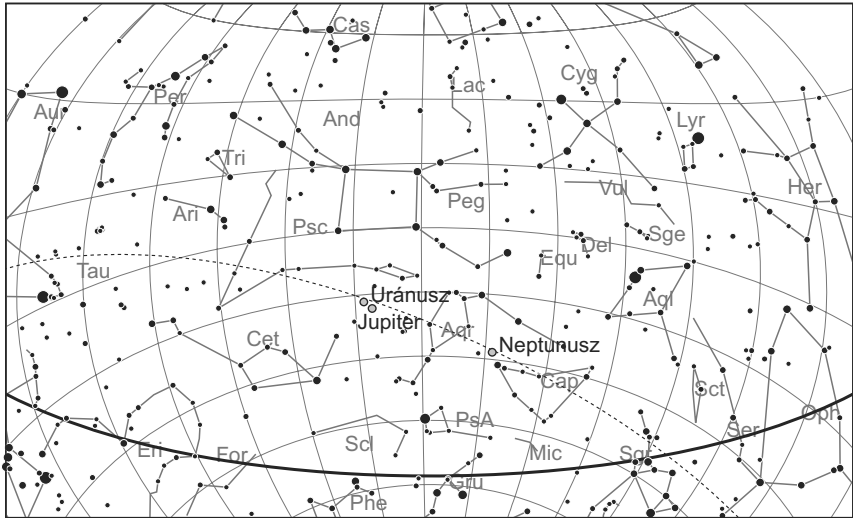
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
1. p 274.	5 42	11 33	17 24	39,3	+10,1	22 39	5 41	13 45	●	4 52
2. sz 275.	5 43	11 33	17 22	38,9	+10,5	23 56	6 37	14 22		
3. v 276.	5 45	11 33	17 20	38,5	+10,8	–	7 32	14 53		
41. hét										
4. h 277.	5 46	11 32	17 18	38,1	+11,1	1 16	8 26	15 20		19 45
5. k 278.	5 48	11 32	17 16	37,7	+11,4	2 37	9 19	15 45		
6. sz 279.	5 49	11 32	17 14	37,4	+11,7	4 00	10 12	16 09		
7. cs 280.	5 50	11 31	17 12	37,0	+12,0	5 23	11 05	16 34	●	
8. p 281.	5 52	11 31	17 10	36,6	+12,3	6 46	11 59	17 02		
9. sz 282.	5 53	11 31	17 08	36,2	+12,6	8 08	12 56	17 35		
10. v 283.	5 55	11 31	17 06	35,8	+12,8	9 26	13 53	18 15		22 27
42. hét										
11. h 284.	5 56	11 30	17 04	35,5	+13,1	10 37	14 51	19 02		
12. k 285.	5 57	11 30	17 02	35,1	+13,4	11 38	15 47	19 58		
13. sz 286.	5 59	11 30	17 00	34,7	+13,6	12 27	16 42	21 00		
14. cs 287.	6 00	11 30	16 59	34,3	+13,9	13 06	17 32	22 05	●	
15. p 288.	6 02	11 29	16 57	34,0	+14,1	13 37	18 20	23 11		2 37
16. sz 289.	6 03	11 29	16 55	33,6	+14,3	14 02	19 04	–		
17. v 290.	6 05	11 29	16 53	33,2	+14,5	14 23	19 47	0 16		
43. hét										
18. h 291.	6 06	11 29	16 51	32,9	+14,7	14 43	20 28	1 20		
19. k 292.	6 07	11 29	16 49	32,5	+14,9	15 01	21 08	2 23		
20. sz 293.	6 09	11 28	16 47	32,1	+15,1	15 19	21 49	3 27		13 46
21. cs 294.	6 10	11 28	16 46	31,8	+15,3	15 39	22 31	4 31		
22. p 295.	6 12	11 28	16 44	31,4	+15,5	16 00	23 15	5 36		
23. sz 296.	6 13	11 28	16 42	31,1	+15,6	16 26	–	6 43	○	
24. v 297.	6 15	11 28	16 40	30,7	+15,8	16 57	0 02	7 51		
44. hét										
25. h 298.	6 16	11 28	16 39	30,4	+15,9	17 36	0 52	8 57		13 46
26. k 299.	6 18	11 28	16 37	30,1	+16,0	18 24	1 45	10 00		
27. sz 300.	6 19	11 27	16 35	29,7	+16,1	19 23	2 40	10 55		
28. cs 301.	6 21	11 27	16 34	29,4	+16,2	20 30	3 36	11 43		
29. p 302.	6 22	11 27	16 32	29,0	+16,3	21 43	4 31	12 22		
30. sz 303.	6 24	11 27	16 30	28,7	+16,3	23 00	5 26	12 54	●	
31. v 304.	6 25	11 27	16 29	28,4	+16,4	–	6 18	13 21		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni. A téli időszámítás – dőlt betűvel szedve – kezdete október 31-én 2h KÖZEI-kor.

## október

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 471	0 38 29	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 455 472	0 42 25	Petra, Őrs, Tamás
3.	2 455 473	0 46 22	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 455 474	0 50 18	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 455 475	0 54 15	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 455 476	0 58 11	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 455 477	1 02 08	Amália, Mária, Márk
8.	2 455 478	1 06 04	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 455 479	1 10 01	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 455 480	1 13 58	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 455 481	1 17 54	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 455 482	1 21 51	Miksa, Rezső
13.	2 455 483	1 25 47	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 455 484	1 29 44	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 455 485	1 33 40	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 455 486	1 37 37	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 455 487	1 41 33	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 455 488	1 45 30	Lukács, Ambrus
19.	2 455 489	1 49 27	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 455 490	1 53 23	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 455 491	1 57 20	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 455 492	2 01 16	Előd, Korinna
23.	2 455 493	2 05 13	Nemzeti ünnep; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 455 494	2 09 09	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 455 495	2 13 06	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 455 496	2 17 02	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 455 497	2 20 59	Szabina
28.	2 455 498	2 24 56	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 455 499	2 28 52	Nárcisz, Melinda
30.	2 455 500	2 32 49	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 455 501	2 36 45	Farkas, Kristóf



A déli égbolt október 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap elején még jól megfigyelhető a hajnali égen. 1-jén egy órával kel a Nap előtt, de láthatósága fokozatosan romlik. 17-én felső együttállásban van a Nappal. A hónap hátralévő részében nem figyelhető meg.

**Vénusz:** A hónap elején még látható napnyugta után a horizont felett. 1-jén fél órával nyugszik a Nap után. Láthatósága gyorsan romlik, 10-e után elvész a napnyugta fényében. 29-én alsó együttállásban van a Nappal. Fényessége  $-4^m6$ -ról  $-4^m0$ -ra változik, átmérője  $44,5''$ -ről  $61,4''$ -re nő, fázisa  $0,2$ -ről  $0,06$ -ra csökken.

**Mars:** Előretartó mozgást végez előbb a Mérleg, majd a Skorpió csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg, a hónap elején két, a végén egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $1^m5$ -ről  $1^m4$ -ra nő, míg látszó átmérője  $4,2''$ -ről  $4,1''$ -re csökken.

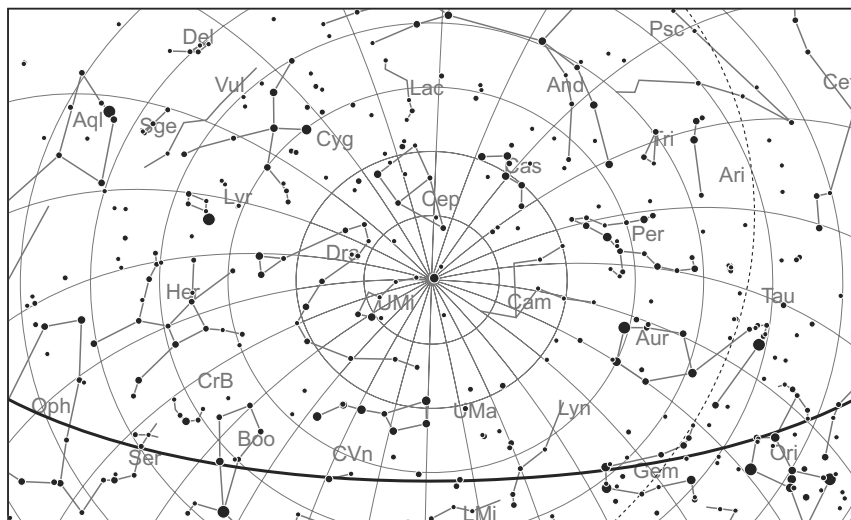
**Jupiter:** Hátráló mozgást végez a Halak majd a Vízöntő csillagképben. Hajnalban nyugszik, az éjszaka első felében feltűnően látszik a délnyugati égen. Fényessége  $-2^m9$ , átmérője  $49''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. 1-jén együttállásban van a Nappal. A hónap végén már látható a hajnali ég alján, ekkor két órával kel a Nap előtt. Fényessége  $0^m8$ , átmérője  $16''$ .

**Úránusz:** Az éjszaka nagy részében látható a Halak csillagképben. Kora hajnalban nyugszik.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Bak csillagképben. Éjfél után nyugszik.





*Az északi égbolt október 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

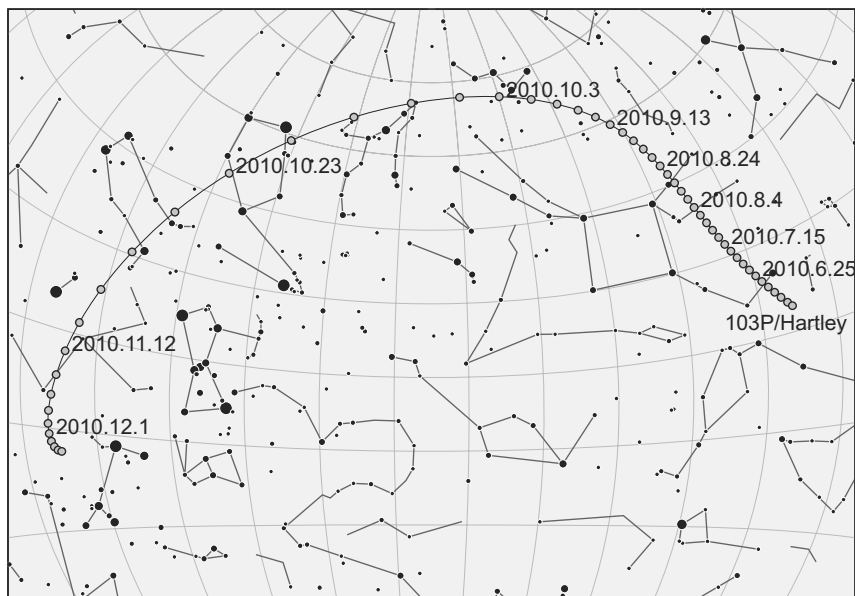
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 10.01. | 0:40  | Szaturnusz együttállásban a Nappal ( $2^{\circ}10'$ -re a Naptól)  |
| 10.01. | 3:52  | Utolsó negyed (Hold a Gemini csillagképben)  |
| 10.01. | 23:07 | A Hold mögül kilép az 56 Geminorum ( $5^m1$ , 41,2%-os csökkenő holdfázis)                                     |
| 10.02. | 1:19  | A Hold mögül kilép a 61 Geminorum ( $5^m9$ , 40,2%-os csökkenő holdfázis)                                      |
| 10.03. | 3:39  | A 28,4%-os csökkenő fázisú Hold $4,3^{\circ}$ -ra megközelíti az M44 jelű nyílt-halmazt a Cancer csillagképben |
| 10.04. | 8:22  | Hold minimális librációja ( $l = -3,61^{\circ}$ , $b = 4,70^{\circ}$ )   |
| 10.05. | 18:38 | A (409) Aspasia kisbolygó ( $11^m5$ ) $4,5'$ -cel északnyugatra a $\sigma$ Peg-től                             |
| 10.06. | 4:16  | 38 óra 26 perces holdsarló $11,6^{\circ}$ magasan a hajnali égen (Merkúr tőle $15^{\circ}$ -ra keletre)        |
| 10.06. | 13:32 | Hold földközelen (földtávolság: 359 442 km, látszó átmérő: $33'15''$ , 2,4%-os csökkenő holdfázis)             |
| 10.07. | 6:29  | Hold északi librációja ( $b = 6,54^{\circ}$ )  |
| 10.07. | 17:19 | A Jupiter ( $-2^m9$ ) $15'8''$ -re megközelíti a 20 Psc-t ( $5^m5$ )   |
| 10.07. | 18:45 | Újhold (Hold a Virgo csillagképben)  |
| 10.08. | 17:30 | A 103P/Hartley 2-üstökös $30'$ -cel délre Perseus-ikerhalmaztól  |
| 10.10. | 1:17  | A (347) Pariana kisbolygó ( $13^m4$ ) elfedi az UCAC2 32139663-at ( $11^m4$ )                                  |
| 10.10. | 18:04 | Hold maximális librációja ( $l = 6,97^{\circ}$ , $b = 4,10^{\circ}$ )  |

**Dátum Időpont Esemény**

10.11.	15:30	A nappali égen a 19,0%-os növekvő fázisú Holdtól az Antares ( $1^m0$ ) $1,4^\circ$ -ra
10.11.	17:44	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.11.	19:30	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.12.	5:41	Hold keleti librációja ( $l = 7,50^\circ$ )
10.12.	13:56	Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,3^\circ$ -nál (27,4%-os növekvő hold-fázis)
10.14.	21:27	Első negyed (Hold a Sagittarius csillagképben)
10.17.	5:27	Merkúr felső együttállásban a Nappal (Naptól $0,9^\circ$ -ra)
10.17.	16:59	A 75,6%-os növekvő fázisú Holdtól $3^\circ37'$ -cel délkeletre a Neptunusz
10.18.	18:11	Hold földtávolban (földtávolság: 405 457 km, látszó átmérő: $29'28''$ , 83,5%-os növekvő holdfázis)
10.18.	20:23	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.18.	21:24	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.18.	23:14	A Hold mögé belép a $\kappa$ Aquarii (Situla, $5^m0$ , 85,0%-os növekvő hold-fázis)
10.18.	23:45	A (2193) Jackson kisbolygó ( $15^m1$ ) elfedi a TYC 1223-01434-1-et ( $11^m6$ )
10.18.	16:56	A 103P/Hartley 2-üstökös $38'$ -cel keletre az $\epsilon$ Per-től
10.19.	16:56	A (14) Irene kisbolygó ( $11^m5$ ) $9'$ -re megközelíti a (92) Undina kisbolygót ( $11^m6$ )



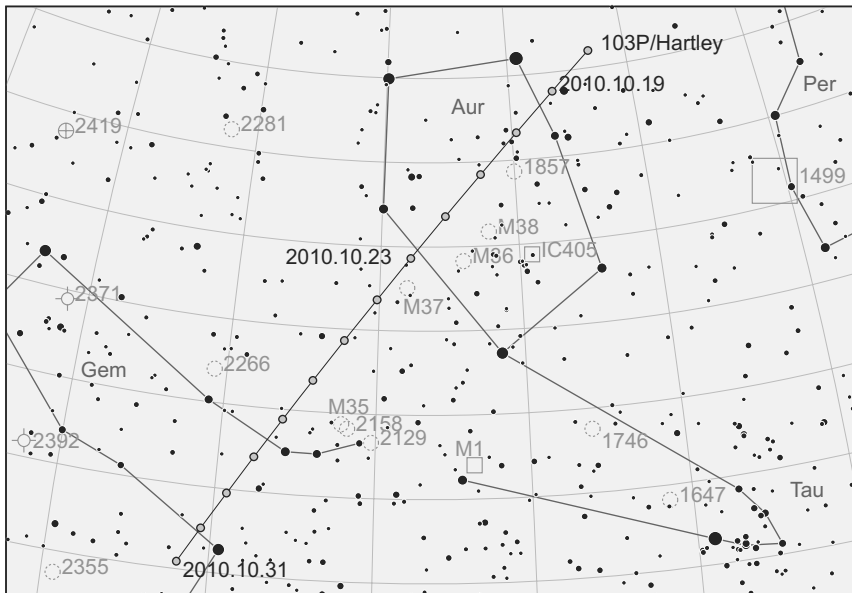
*A 103P/Hartley 2-üstökös útja a csillagok között a 2010-es láthatóság alatt*

**Dátum Időpont Esemény**

10.21.	2:22	Hold déli librációja ( $b = -6,58^\circ$ )
10.21.	16:53	A Neptunusz ( $7^m9$ ) $11'43''$ -re megközelíti a $\mu$ Cap-t ( $5^m1$ )
10.22.	3:16	A (18) Melpomene kisbolygó ( $11^m8$ ) $1,5'$ -cel nyugatra az 56 Leo-tól
10.23.	1:37	Telihold (Hold a Pisces csillagképben)
10.24.	1:40	Két Jupiter-hold (Europa és Ganymedes) árnyéka látszik a bolygó korongján
10.24.	20:47	A Hold mögül kilép a $\zeta$ Arietis (58 Ari, $4^m9$ , 96,7%-os csökkenő holdfázis)
10.25.	23:01	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.25.	23:19	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.25.	23:49	A (23) Thalia kisbolygó ( $11^m0$ ) $6,0'$ -cel északra az $\omega^2$ Cnc-től
10.27.	1:18	Hold eléri legnagyobb deklinációját $+24,0^\circ$ -nál (84,3%-os csökkenő holdfázis)
10.27.	16:58	Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.27.	17:48	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
10.27.	17:53	A (12) Victoria kisbolygó ( $11^m3$ ) $5,2'$ -cel délre a 6 Sgr-től
10.27.	18:36	Hold nyugati librációja ( $l = -5,39^\circ$ )
10.27.	20:28	A Hold mögül kilép az 1 Geminorum (Propus, $4^m2$ fényességű kettőscsillag, 77,7%-os csökkenő holdfázis)
10.27.	23:08	A Hold mögül kilép a 3 Geminorum ( $5^m8$ fényességű kettőscsillag, 76,7%-os csökkenő holdfázis)
10.27.	23:26	A Hold mögül kilép a 4 Geminorum ( $6^m9$ fényességű kettőscsillag, 76,6%-os csökkenő holdfázis)
10.28.	0:15	A Hold mögül kilép a 6 Geminorum ( $6^m4$ , 76,3%-os csökkenő holdfázis)
10.28.	1:30	A 75,8%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől az $\eta$ Geminorum (Tejat Prior, $2^m9$ ) $18'48''$ -re
10.28.	5:37	A nappali égen a Hold mögé belép a $\mu$ Geminorum (Tejat Posterior, $2^m9$ , 74,2%-os csökkenő holdfázis), kilépés 6:28-kor
10.28.	13:29	Hold minimális librációja ( $l = -5,32^\circ$ , $b = 0,61^\circ$ )
10.28.	21:10	Az 67,9%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől a $\zeta$ Geminorum (Mekbuda, $3^m8$ ) $17'28''$ -re
10.28.	23:44	A Hold sűrűlve elfedi a ZC 1086-ot az északi pereme mentén ( $6^m4$ , 66,8%-os csökkenő holdfázis)
10.29.	11:39	Vénusz alsó együttállásban a Nappal (Naptól $5,9^\circ$ -ra)
10.30.	12:46	Utolsó negyed (Hold a Cancer csillagképben)
10.31.	16:37	A (46) Hestia kisbolygó ( $10^m6$ ) $3,4'$ -cel északra a 31 Ari-től
10.31.	22:57	A (8) Flora kisbolygó ( $9^m2$ ) $16,5'$ -cel délkeletre az NGC 7492 jelű gömbhalmaztól ( $11^m5$ )

**Üstökösök**

**10P/Tempel 2.** Október első felében előretartó mozgást végez a Cet csillagképben, a hó vége felé viszont észak felé fordulva ismét elkezd hurkot vetni. Fényes csillagokban és mélyég-objektumokban szegény területen halad, miközben fényessége rohamosan, 10 és 11,5 magnitúdó között csökken.



A 103P/Hartley 2-üstökös a téli Tejút előtt október 18–31. között

**103P/Hartley 2.** A várhatóan szabad szemmel is látható üstökös 20-án éri el földközelpontját, ekkor 18 millió km-re lesz bolygónktól, és napi három és negyed fokot tesz meg az Auriga „hatszögében”. Ekkor már meredeken dél felé tart majd, de a hónap elején még cirkumpoláris égitestként láthatjuk a Cassiopeiában, majd a Perseusban. Útjának legészakibb pontját 7-én éri el  $+56,8$  fokos deklinációnál. Egy nappal később, 8-án este fél fokra megközelíti a Perseus-ikerhalmazt, 15-én hajnalban 35 ívperce lesz az NGC 1528 jelű nyílt-halmaztól, este pedig 23 ívpercre délre az NGC 1545-től. Az Auriga, majd a Gemini átszelelésekor is számos csillagcsoportot fog megközelíteni a 4–5 magnitúdós vándor. A földközeli üstökösök csoportjába tartozó égitest elvben  $0,067$  CSE-re közelítheti meg bolygónkat, a mostani közelség ennek a távolságnak a kétszerese lesz. Megfigyelése azért is fontos, mert ebben a hónapban az EPOXI program keretében a Deep Impact szonda megkezdzi az üstökös megfigyelését, melyhez november 4-én kerül legközelebb.

## Kisbolygók

**(6) Hebe.** A Cet csillagkép délnyugati szegletében látható ez a 7,8 és 8,4 magnitúdó között halványuló kisbolygó, melynek délkeleti irányú sajátmozgása a hónap végére 2 ívperc/nap alá csökken. Az átlagosnál jóval nagyobb,  $3,8 \text{ g/cm}^3$  átlagsűrűségű, vagyis a nagy becsapódásoktól megkímélt égitest 6-án hajnalban 6 ívpercre halad el egy 6,9 magnitúdós csillagtól, miközben 15 ívperccel északnyugatra fog látszani a 13,5 magnitúdós NGC 59 jelű galaxistól.

(7) **Iris.** John Russell Hind első felfedezése volt ez a kisbolygó, melyet a szivárványok görög istennőjéről nevezett el. A 240 km átmérőjű égitest meglehetősen elnyúlt pályán kering a kisbolygóöv belső részén, így kedvező esetben fényesebb lehet, mint a Ceres a legjobb láthatóságai idején. Ebben a hónapban azonban még messze jár oppozíciójától, és gyors, előretartó mozgást végez a Gemini, majd a Cancer csillagképben. A 9,5 magnitúdós aszteroida 1-jén hajnalban 18 ívpercre délre halad el a fényes és csillagokban gazdag NGC 2420 jelű nyílthalmaztól, 10-én este pedig az 5,4 magnitúdós 85 Geminorumtól 13 ívpercre északra láthatjuk.

(8) **Flora.** Az Aquarius csillagkép délkeleti részén szűk ívben forduló kisbolygó alig 1,7 fokot tesz meg egy hónap alatt, eközben fényessége 8,5 és 9,2 magnitúdó között csökken. A kisbolygóhoz kapcsolódó érdekesség, hogy egy 1917-ben készült fotólemezen új változócsillagnak nézték, és 1928-ban TU Leonis néven katalógusba is vették. A tévedésre csak 1995-ben derült fény, amikor egy német amatőr csillagász ritkán észlelt kataklizmikus változók előlétele után kutatót. A hónap utolsó estéjén 17 ívpercre megközelíti a 11,5 magnitúdós NGC 7492 gömbhalmazt.

(39) **Laetitia.** Az Aquarius csillagképben halad délkelet felé, a hónap végére eléri nyugati stacionárius pontját, fényessége 9,5 és 10,2 magnitúdó között csökken. A fotometriai mérések szerint forgási periódusa 5,14 óra, a fényváltozás amplitúdója elérheti a 0,5 magnitúdót.

(471) **Papagena.** A Cet csillagkép déli részén hátráló mozgást végző kisbolygó szeptember 26-ai szembenállása után immár halványodik, a fényessége a hó eleji 9,7 magnitúdóról a hónap végére 10,0 magnitúdóra csökken. Érdemes most felkeresni, mert ennél fényesebbnek csak 2035-ben láthatjuk. Október 16-án este 5 ívperccel északra lesz a 6 magnitúdós BG Cetitől, majd 22/23-án este 12 ívpercre megközelíti az NGC 142, 143 és 144 jelű galaxisokból álló csoportot.

## A Hold csillagfedései

Dátum	UT	J	Csillag	Hold	C	PA	A	B
hó nap	h m s		ZC No név m	fázis h			m/o	m/o
10 1	1 47 43	m	997	7,0	51 – 48	111 2	D 185	+9,9
10 1	23 7 9	ki	1113 56 Gem	5,1	41 – 12	73 82	D 270	-0,1
10 2	0 35 8	ki	1123 <sup>1</sup> STF 1083	7,3	40 – 26	88 62	É 306	+0,7
10 2	1 19 8	ki	1127 61 Gem	5,9	40 – 33	96 77	D 266	+0,6
10 3	2 56 45	ki	97836	8,6	29 – 37	108 69	É 304	+1,0
10 4	3 6 0	ki	98555	8,9	19 – 26	103 43	D 238	+0,7
10 17	22 16 12	be	145718	7,2	77 + 17	234 43	D 120	+1,9
10 18	23 13 54	be	3320 κ Ari	5,0	84 + 19	240 82	É 64	+0,8
10 24	3 52 14	ki	375	6,8	99 – 27	270 67	É 257	+0,6
10 24	20 46 36	ki	472 ζ Ari	4,9	97 – 45	110 72	É 265	+1,1
10 26	2 33 58	ki	76555	7,2	91 – 58	231 39	É 308	+1,3
10 26	19 59 52	ki	76952	7,2	86 – 22	78 64	É 290	+0,4
10 27	2 35 42	ki	789	6,9	84 – 64	210 66	É 289	+1,6
10 27	20 28 15	ki	916 <sup>2</sup> 1 Gem	4,3	78 – 17	74 61	É 300	+0,3

Dátum	UT	J	Csillag	Hold	C	PA	A	B
hó nap	h m s		ZC No név m	fázis h			m/o	m/o
10 1	1 47 43	m	997	7,0	51 – 48	111 2	D 185	+9,9 +9,9
10 1	23 7 9	ki	1113 56 Gem	5,1	41 – 12	73 82	D 270	-0,1 +1,3
10 27	23 7 48	ki	929 <sup>3</sup> 3 Gem	5,8	77 – 43	103 82	D 264	+0,9 +1,5
10 27	23 26 18	ki	931 <sup>4</sup> 4 Gem	6,9	77 – 46	107 56	D 237	+0,8 +2,5
10 28	0 15 3	ki	942 6 Gem	6,5	76 – 53	120 33	D 215	+0,9 +4,4
10 28	0 16 48	ki	78094 WY Gem	7,2	76 – 54	120 73	É 288	+1,5 +0,3
10 28	4 20 19	ki	78211	7,9	75 – 58	229 64	É 299	+1,2 -1,8
10 28	5 37 16	be	976 $\mu$ Gem	2,9	75 – 47	250 -36	D 147	+0,3 -2,9
10 28	6 28 19	ki	976 $\mu$ Gem	2,9	75 – 39	262 61	D 244	+1,2 -0,6
10 29	2 44 15	ki	1098	7,2	66 – 62	157 33	D 221	+2,4 +4,6
10 29	4 19 39	ki	79245	7,8	65 – 62	204 42	É 326	+1,0 -2,5
10 29	23 40 8	ki	1219	7,9	56 – 27	93 88	D 281	+0,6 +1,1
10 30	2 5 29	ki	97610	8,2	55 – 49	126 75	D 268	+1,4 +1,1
10 30	23 10 47	ki	1344	6,5	45 – 10	82 51	D 247	-0,1 +2,2

<sup>1</sup> AB m1 = 6<sup>m</sup>9 m2 = 7<sup>m</sup>8 sep = 6,7" PA = 47

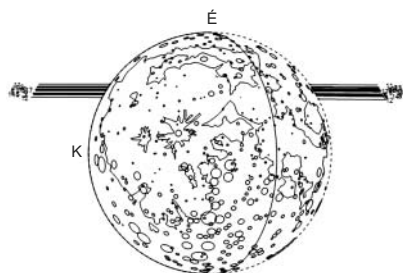
<sup>2</sup> AB m1 = 4<sup>m</sup>8 m2 = 5<sup>m</sup>5 sep = 0,2" PA = 214

<sup>3</sup> AB m1 = 5<sup>m</sup>9 m2 = 8<sup>m</sup>6 sep = 0,6" PA = 346

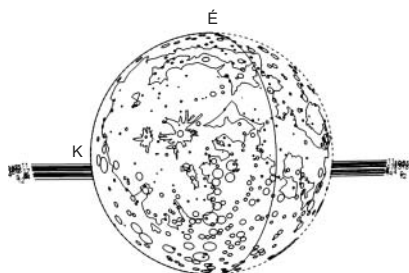
<sup>4</sup> AB m1 = 6<sup>m</sup>9 m2 = 7<sup>m</sup>2 sep = 0,2" PA = 221

### Fedéssorozat a Gemini csillagkép keleti felében (1, 3, 4, 6, $\mu$ Gem) október 27/28-a éjszakáján

Az áprilisi esti fedés alkalmával már áthaladt a terület sűrű csillagmezején a Hold. Október 27/28-án az éjszakai és hajnali égbolton, holdkelte után végig látványos csillagfedésekben gyönyörködhetünk. A fogyó Hold 76%-os fázisa nem könnyíti meg helyzetünket, szinte csak a kilépések észrevételére van esély. A 4<sup>m</sup>3-s 1 Gem (Propus) belépése körülbelül 10 fokban magasságban 19:40 UT körül történik, a csillag körülbelül 50



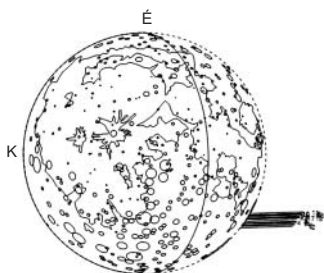
Az 1 Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve



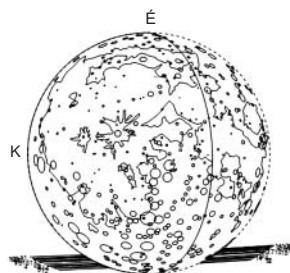
A 3 Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve

Hely	$\mu$ Geminorium eltűnése						$\mu$ Geminorium előbukkanása					
	UT h m s	Nap °	Hold °	CA °	PA °	UT h m s	Nap °	Hold °	CA °	PA °		
1 Budapest	5 37 17	2	47	-36S	147	6 28 20	9	39	61S	244		
2 Debrecen	5 38 10	4	45	-40S	143	6 31 17	11	36	65S	248		
3 Győr	5 36 14	1	48	-34S	148	6 26 35	8	40	60S	242		
4 Kaposvár	5 40 18	2	48	-30S	153	6 27 15	9	40	56S	239		
5 Kecskemét	5 39 14	3	47	-35S	148	6 29 34	10	38	61S	243		
6 Miskolc	5 36 19	2	46	-40S	143	6 29 57	10	37	65S	248		
7 Nyíregyháza	5 37 6	3	45	-41S	142	6 31 1	11	36	66S	249		
8 Paks	5 39 49	2	47	-33S	150	6 28 41	10	39	58S	241		
9 Pécs	5 41 19	2	47	-30S	153	6 27 58	10	39	56S	238		
10 Salgótarján	5 35 54	2	47	-39S	144	6 28 54	10	38	64S	247		
11 Sopron	5 35 51	0	49	-33S	150	6 25 12	8	41	58S	241		
12 Szeged	5 41 19	4	46	-33S	149	6 30 30	11	38	59S	242		
13 Székesfehérvár	5 37 57	2	47	-34S	149	6 27 50	9	39	59S	242		
14 Szekszárd	5 40 33	3	47	-31S	151	6 28 35	10	39	57S	240		
15 Szombathely	5 37 10	0	49	-31S	151	6 25 22	8	41	57S	239		
16 Tatabánya	5 36 41	1	48	-34S	148	6 26 59	9	40	60S	243		
17 Veszprém	5 38 6	1	48	-33S	150	6 27 14	9	40	58S	241		
18 Zalaegerszeg	5 38 30	1	48	-30S	153	6 25 47	8	41	56S	239		

percig fog kísérőnk mögött tartózkodni. A csillag érdekes kettős, az A rendszer mindössze  $0,1-0,001''$  szeparációjú kettős, társa, a B is csupán  $0,19''$ -re található az A-tól. Fényessége  $5^m1$ . A negyedik, C tag csupán  $13^m$ -s,  $101''$ -re, megfigyelése esélytelen. Ez lehet a leglátványosabb esemény, mivel a 3, 4 és 6 Gem alig 6–7 magnitúdós, ezért fényük eléggé elveszik a Hold ragyogásában. Kilépéseik 23:08 UT-t követően történnek az árnyékos oldalon, de észrevételük így sem lesz könnyű. A 3 Gem egy  $0,6''$  távasságú kettős, a társ  $8^m6$ -s (BU 1241). Hasonló szoros vizuális kettős a BU 1058 jelzésű 4 Gem, a  $7^m3$ -s társ szögtávolsága  $0,4-0,2''$  között változik. Ha ezeknél a csillagoknál folyamatos



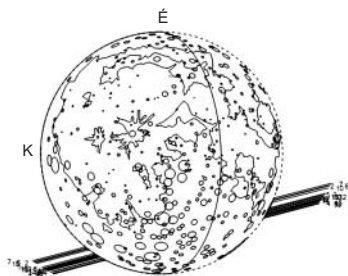
A 4 Geminorium fedése Magyarország egyes városaiból nézve



A 6 Geminorium fedése Magyarország egyes városaiból nézve

elhalványodást tapasztalunk, feltétlenül jegyezzük fel! A  $\mu$  Geminorum, más néven BU Gem vörös óriáscsillag, egyben lassú irreguláris (Lc) változó.

Sajnos a leglátványosabb esemény bekövetkeztekor nálunk már nappal lesz. Az éjszaka megkoronázásaképp napkeltekor (a Nap Sopronban éppen a horizonton, Szegeden már 4 fokkal felette tartózkodik) a  $2^m9.5$   $\mu$  Geminorum (Tejat Posterior) eltűnése zajlik. Ez a nappali csillagfedés központi csillagunk alacsony (0–4 fok), kísérőnk és a csillag magas (47–50 fok) horizont feletti magassága miatt feltehetőleg könnyedén észlelhető lesz, hiszen harmadrendű csillagok nappali észlelése nem lehetetlen feladat. Ezen a reggelen, ha az átlátszóság is jó, a fényes holdperem mellett is biztonsággal észlelhetjük a csillag belépését. A kilépéskor, azaz 06:28 UT környékén még mindig alacsonyan (8–11 fok) lesz a Nap, így az előbukkanást is megvárhatják korán kelő amatőrjeink. A  $\mu$  Geminorum egy hatalmas vörös óriás, épp fedésekből meghatározott látszó átmérője 0,0118–0,0160'' körüli. Lassú, szabálytalan változócsillag, vörös színe szabad szemmel is kivehető.



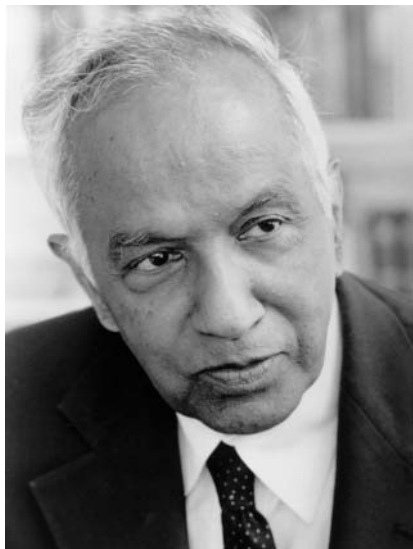
*A  $\mu$  Geminorum fedése Magyarország egyes városaiból nézve, a fényes oldalon a belépés napkeltekor, a kilépés a sötét oldalon már nappal zajlik.*

## Évforduló

### 100 éve született a Nobel-díjas asztrofizikus, Chandrasekhar

Chandrasekhar, Subrahmanyan (1910. október 19., Lahore – 1995. augusztus 21., Chicago), indiai származású amerikai fizikus, asztrofizikus és matematikus, Nobel-díjas. Nevének jelentése Shiva isten egyik elnevezése, amely szanszkritül körülbelül „a Hold kézbentartója” jelentést hordozza. Subrahmanyan a harmadik volt a tízgyermekes családban. Érdekesség, hogy a családnak még egy Nobel-díjas tagja is van: Chandrasekhara Venkata Raman, aki 1930-ban kapott szintén fizikai Nobel-díjat. Chandrasekhar Madrasban járt egyetemre, majd az indiai kormány ösztöndíjával Cambridge-ben és Koppenhágában folytatta tanulmányait. 1937-ben került a Chicagói Egyetemre, ahol egész életpályáján keresztül dolgozott. Rövid ideig a Yerkes Observatóriumban is dolgozott, a második világháború alatt pedig ballisztikai kutatással kellett foglalkoznia. Alapvető munkásságot fejtett ki a csillagléggörök sugárzási energiatérjedése, a konvekció matematikai leírása, fizikai értelmezése, valamint a csillagok belső szerkezetének megértése terén. Az 1930-as évek elejére az elméleti asztrofizikusok arra a következtetésre jutottak, hogy a csillagok hidrogénjük nagy részének héliummá alakítása után elvesztik energiatermelő képességüket, és saját gravitációjuk hatására összehúzódásba kezdenek. Chandrasekhar meghatározott egy kritikus értéket, 1,44 naptömeget, amelynél nagyobb tömegű csillagok összehúzódása nem áll meg egy stabil (fehér törpecsillagnak nevezett) állapotnál, hanem a külső gázburok szuper-nóva-robbanásnak nevezett folyamata során történő ledobásával még különösebb





*Chandrasekhar a Nobel-díj odaítélésének idején*

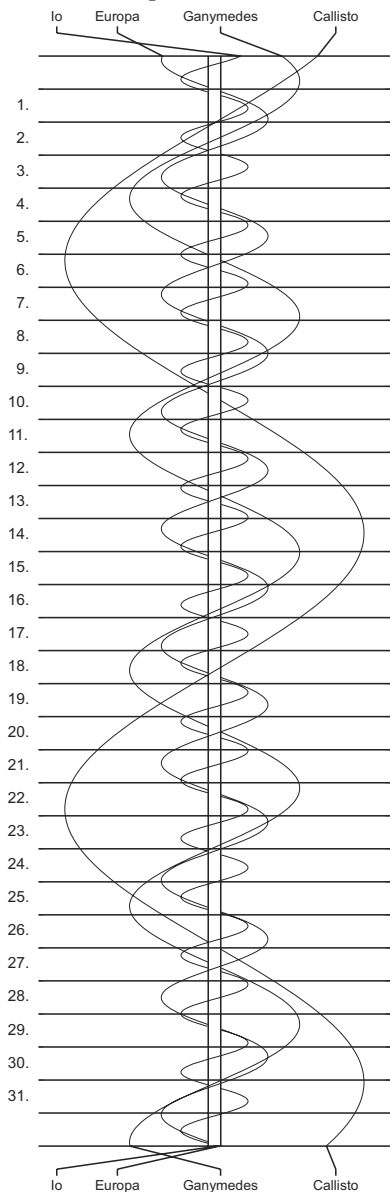
fizikai állapotot elérő neutroncsillaggá válik. A még nagyobb tömegű csillagok fekete lyukká válnak. Ezt a később róla elnevezett nevezetes határértéket először 1930-ban számolta ki, Indiából Cambridge-be vezető első hajóútján, szakdolgozatának részeként. Magát a határértéket jóval később pontosították, de a fontos tény, hogy létezik egy ilyen határ, továbbra is az ő nevéhez kötik. Chandrasekhar később kísérletet tett a fekete lyukak matematikai elméletének leírására is. A Nobel-díjat 1983-ban William A. Fowlerrel megosztva kapta „a csillagok szerkezetének és fejlődésének megismerésében fontos fizikai folyamatok elméleti vizsgálataiért”. Chandrasekhar 1952-től 1970-ig az *Astrophysical Journal*, a legkiemelkedőbb asztrofizikai folyóirat szerkesztője volt. Nevét a (1958) Chandra kisbolygó mellett az igen sikeres Chandra-űrtávcső is őrzi.

## Jupiter-holdak

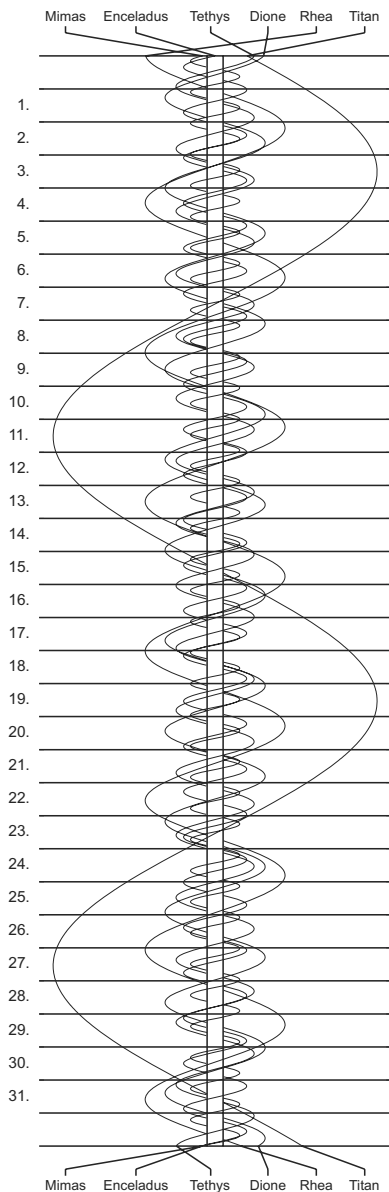
nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1:46,4	Europa	fv
	2: 7,9	Io	mk
	23:17,7	Io	ek
	23:33,9	Io	ák
2	1:32,1	Io	ev
	1:36,9	Callisto	ák
	1:49,4	Io	áv
	1:53,6	Callisto	áv
	17:19,2	Europa	ek
	17:53,2	Europa	ák
	20: 1,6	Europa	ev
	20:33,9	Io	mk
	20:38,0	Europa	áv
	23: 6,1	Io	fv
3	17:43,7	Io	ek
	18: 2,7	Io	ák
	19:58,2	Io	ev
	20:18,1	Io	áv
4	17:34,7	Io	fv
6	0:23,2	Ganymedes	mk
8	0:45,1	Europa	mk
9	1: 2,2	Io	ek
	1:29,3	Io	ák
	17: 4,7	Ganymedes	ev
	19: 2,9	Ganymedes	áv
	19:33,4	Europa	ek
	20:28,8	Europa	ák
	22:16,1	Europa	ev
	22:18,0	Io	mk
	23:13,2	Europa	áv
10	1: 0,8	Io	fv
	19:28,4	Io	ek
	19:58,1	Io	ák
	21:43,0	Io	ev
	22:13,4	Io	áv
11	16:44,1	Io	mk
	17:44,2	Europa	fv
	19:29,5	Io	fv
12	16:42,3	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
16	17:29,1	Ganymedes	ek
	20: 2,8	Ganymedes	ák
	20:26,1	Ganymedes	ev
	21:49,0	Europa	ek
	23: 4,0	Ganymedes	áv
	23: 4,5	Europa	ák
17	0: 2,8	Io	mk
	0:32,0	Europa	ev
	1:48,4	Europa	áv
	21:14,0	Io	ek
	21:53,7	Io	ák
	23:28,6	Io	ev
18	0: 8,8	Io	áv
	18:29,2	Io	mk
	20:22,7	Europa	fv
	21:24,4	Io	fv
19	17:55,2	Io	ev
	18:37,7	Io	áv
23	20:52,4	Ganymedes	ek
	23:51,2	Ganymedes	ev
24	0: 5,3	Ganymedes	ák
	0: 6,4	Europa	ek
	1:40,2	Europa	ák
	1:48,6	Io	mk
	23: 0,6	Io	ek
	23:49,4	Io	ák
25	1:15,2	Io	ev
	18:32,0	Europa	mk
	20:15,2	Io	mk
	23: 1,2	Europa	fv
	23:19,3	Io	fv
26	17:27,4	Io	ek
	18:18,5	Io	ák
	19:42,1	Io	ev
	20:33,2	Io	áv
27	16:57,9	Ganymedes	fv
	17:41,3	Europa	áv
	17:48,1	Io	fv
31	0:20,8	Ganymedes	ek

### Jupiter-holdak



### Szaturnusz-holdak



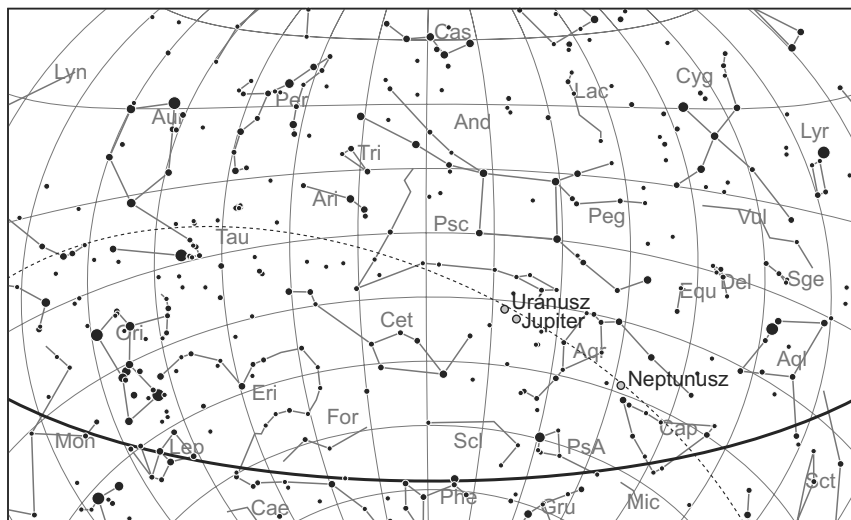
$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – november**

KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
45. hét									
1. h 305.	6 27	11 27	16 27	28,1	+16,4	0 18	7 09	13 46	● 5 52
2. k 306.	6 28	11 27	16 26	27,8	+16,5	1 37	8 00	14 09	
3. sz 307.	6 30	11 27	16 24	27,4	+16,5	2 57	8 52	14 33	
4. cs 308.	6 31	11 27	16 23	27,1	+16,5	4 17	9 44	14 59	
5. p 309.	6 33	11 27	16 21	26,8	+16,5	5 38	10 39	15 29	
6. sz 310.	6 34	11 27	16 20	26,5	+16,4	6 58	11 36	16 06	
7. v 311.	6 36	11 27	16 18	26,2	+16,4	8 14	12 34	16 50	
46. hét									
8. h 312.	6 37	11 27	16 17	25,9	+16,3	9 20	13 32	17 43	☾ 17 39
9. k 313.	6 39	11 27	16 16	25,6	+16,3	10 16	14 29	18 44	
10. sz 314.	6 40	11 27	16 14	25,4	+16,2	11 00	15 22	19 50	
11. cs 315.	6 42	11 28	16 13	25,1	+16,1	11 35	16 12	20 57	
12. p 316.	6 43	11 28	16 12	24,8	+16,0	12 03	16 59	22 03	
13. sz 317.	6 45	11 28	16 11	24,5	+15,8	12 26	17 42	23 08	
14. v 318.	6 46	11 28	16 09	24,3	+15,7	12 46	18 24	–	
47. hét									
15. h 319.	6 48	11 28	16 08	24,0	+15,5	13 05	19 04	0 12	○ 18 27
16. k 320.	6 49	11 28	16 07	23,8	+15,4	13 23	19 45	1 15	
17. sz 321.	6 51	11 29	16 06	23,5	+15,2	13 42	20 26	2 18	
18. cs 322.	6 52	11 29	16 05	23,3	+15,0	14 03	21 10	3 23	
19. p 323.	6 54	11 29	16 04	23,1	+14,8	14 27	21 56	4 29	
20. sz 324.	6 55	11 29	16 03	22,8	+14,5	14 57	22 45	5 37	
21. v 325.	6 56	11 29	16 02	22,6	+14,3	15 33	23 38	6 45	
48. hét									
22. h 326.	6 58	11 30	16 01	22,4	+14,0	16 19	–	7 50	● 21 36
23. k 327.	6 59	11 30	16 00	22,2	+13,8	17 15	0 34	8 49	
24. sz 328.	7 01	11 30	16 00	22,0	+13,5	18 21	1 30	9 40	
25. cs 329.	7 02	11 31	15 59	21,8	+13,2	19 34	2 27	10 22	
26. p 330.	7 03	11 31	15 58	21,6	+12,9	20 50	3 22	10 56	
27. sz 331.	7 05	11 31	15 57	21,4	+12,6	22 07	4 15	11 25	
28. v 332.	7 06	11 31	15 57	21,2	+12,2	23 24	5 06	11 50	
49. hét									
29. h 333.	7 07	11 32	15 56	21,1	+11,9	–	5 56	12 13	
30. k 334.	7 09	11 32	15 56	20,9	+11,5	0 41	6 45	12 36	

## november

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 502	2 40 42	Mindenszentek; Marianna, Benigna
2.	2 455 503	2 44 38	Achilles, Viktor
3.	2 455 504	2 48 35	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 455 505	2 52 31	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 455 506	2 56 28	Imre
6.	2 455 507	3 00 25	Lénárd
7.	2 455 508	3 04 21	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 455 509	3 08 18	Zsombor, Kolos
9.	2 455 510	3 12 14	Tivadar, Tihamér
10.	2 455 511	3 16 11	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 455 512	3 20 07	Márton, Martin
12.	2 455 513	3 24 04	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 455 514	3 28 00	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 455 515	3 31 57	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 455 516	3 35 54	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 455 517	3 39 50	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 455 518	3 43 47	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 455 519	3 47 43	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 455 520	3 51 40	Erzsébet
20.	2 455 521	3 55 36	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 455 522	3 59 33	Olivér, Amália, Mária
22.	2 455 523	4 03 29	Cecília, Csilla, Mária
23.	2 455 524	4 07 26	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 455 525	4 11 23	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 455 526	4 15 19	Katalin, Karina, Katarina, Katika, Katinka, Kitty, Liza
26.	2 455 527	4 19 16	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 455 528	4 23 12	Virgil, Jakab
28.	2 455 529	4 27 09	Stefánia, Jakab
29.	2 455 530	4 31 05	Taksony
30.	2 455 531	4 35 02	András, Andor, Amália, Endre



*A déli égbolt november 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap közepétől a napnyugtát követően kereshető a nyugati égen. A hónap végén már egy órával nyugszik a Nap után, de helyzete megfigyelésre kedvezőtlen.

**Vénusz:** Immár fényesen látszik a hajnali délkeleti égen. Láthatósága gyorsan javul. 5-én háromnegyed órával kel a Nap előtt, ez az érték a hónap végén már három és fél óra! Fényessége  $-4^m0-ról -4^m7-ra$  nő, átmérője  $61,3''-ről 43,1''-re$  csökken, fázisa  $0,07-ről 0,23-ra$  nő. Nagy fényessége miatt a nappali égen is megkereshető!

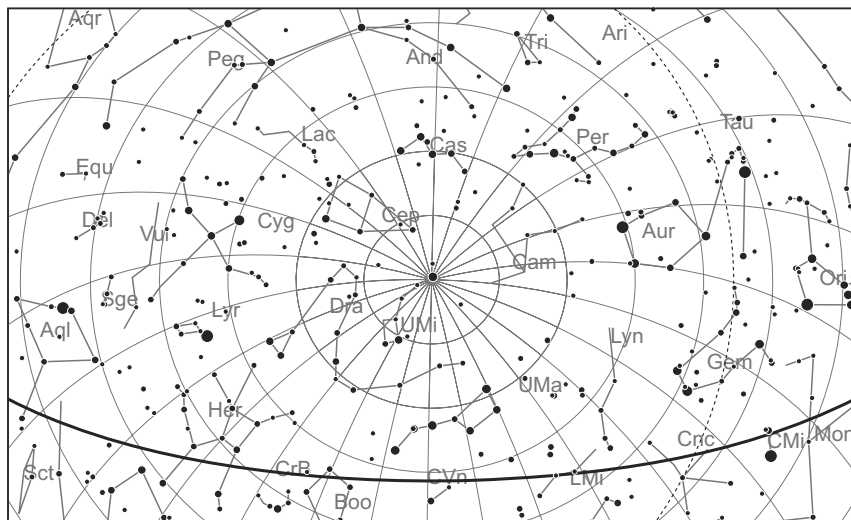
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Skorpió, majd a Kígyóirtó csillagképben. Napnyugtá után még kereshető, de láthatósága nagyon leromlik. Háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége enyhén nő, a kezdeti  $1^m4-ról 1^m3-ra$  változik, átmérője  $4,0''$  körül stagnál.

**Jupiter:** Hátráló, majd 19-től előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Feltűnően látható az éjszakai délnyugati égen. Éjfél után nyugszik. Fényessége  $-2^m7$ , átmérője  $45''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali keleti égen látható. Fényessége  $0^m8$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka első felében kereshető a Halak csillagképben. Éjfél után nyugszik.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Bak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik. Mozgása 7-én vált hátrálóból előretartóra.



*Az északi égbolt november 15-én 20:00-kor (KÖZEI)*

## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 11.03. | 12:36 | Hold északi librációja ( $b = 6,63^\circ$ )  |
| 11.03. | 17:18 | Hold földközelen (földtávolság: 364 169 km, látszó átmérő: $32'49''$ , 8,6%-os csökkenő holdfázis)   |
| 11.03. | 17:59 | Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, kilépés az árnyékból 20:59-kor                        |
| 11.03. | 19:43 | Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége   |
| 11.04. | 5:00  | 47 óra 52 perces holdsarló $14,0^\circ$ magasan a hajnali égen (Szaturnusz tőle $8,5^\circ$ északra) |
| 11.04. | 16:32 | A (12) Victoria kisbolygó ( $11^m,4$ ) $13,5'$ -cel keletre az M18 jelű nyílthalmaztól ( $6^m,9$ )   |
| 11.05. | 5:01  | 23 óra 51 perces holdsarló $2,6^\circ$ magasan a hajnali égen (Vénusz tőle $1,5^\circ$ keletre)      |
| 11.06. | 4:52  | Újhold (Hold a Libra csillagképben)  |
| 11.06. | 6:37  | Hold maximális librációja ( $l = 4,56^\circ$ , $b = 5,05^\circ$ )                                    |
| 11.08. | 13:04 | Hold eléri legkisebb deklinációját $-25,2^\circ$ -nál (6,9%-os növekvő holdfázis)                    |
| 11.09. | 6:18  | Hold keleti librációja ( $l = 6,43^\circ$ )  |
| 11.09. | 15:46 | A Hold mögé belép a 9 Sagittarii ( $6^m,0$ , 14,1%-os növekvő holdfázis)                             |
| 11.10. | 17:11 | A Hold súrolva elfedi a ZC 2769-t a déli pereme mentén ( $6^m,3$ , 22,5%-os növekvő holdfázis)       |
| 11.10. | 21:38 | Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége   |

**Dátum Időpont Esemény**

11.10.	22:02	Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
11.12.	16:07	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
11.12.	17:38	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
11.13.	16:39	Első negyed (Hold a Capricornus csillagképben)
11.15.	11:43	Hold földtávolban (földtávolság: 404 699 km, látszó átmérő: 29'32", 66,6%-os növekvő holdfázis)
11.16.	20:20	A Hold mögé belép a 19 Piscium (5 <sup>m</sup> 0, 78,1%-os növekvő holdfázis)
11.17.	4:39	A Vénusz (-4 <sup>m</sup> 6) 3°46'-re megközelíti a Spicat (1 <sup>m</sup> 0)
11.17.	6:29	Hold déli librációja (b = -6,72°)
11.17.	16:21	A Hold mögé belép a 45 Piscium (6 <sup>m</sup> 8, 84,3%-os növekvő holdfázis)
11.18.	11:41	Hold maximális librációja (l = -2,60°, b = -6,50°)
11.19.	4:43	A (480) Hansa kisbolygó (11 <sup>m</sup> 5) 5,9'-cel keletre a 13 Tau-tól
11.19.	18:02	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
11.19.	20:16	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
11.19.	22:06	A Hold mögé belép a ZC 317 (6 <sup>m</sup> 4, 96,5%-os növekvő holdfázis)
11.21.	17:27	Telihold (Hold a Taurus csillagképben)
11.21.	18:14	A 99,9%-os csökkenő fázisú Hold 1,9°-ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben
11.21.	22:24	Az 99,9%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől a 32 Tauri (5 <sup>m</sup> 6) 1'20"-re
11.22.	4:46	A Szaturnusz (0 <sup>m</sup> 8) 16'56"-re megközelíti a 38 Vir-t (6 <sup>m</sup> 1)
11.22.	16:23	Az 99,0%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől a $\tau$ Tauri (94 Tau, 5 <sup>m</sup> 6) 7'33"-re
11.22.	20:04	Hold nyugati librációja (l = -4,60°)
11.23.	0:10	Hold eléri legnagyobb deklinációját +23,8°-nál (98,2%-os csökkenő holdfázis)
11.23.	0:51	A Hold mögül kilép a 99 Tauri (5 <sup>m</sup> 8, 98,1%-os csökkenő holdfázis)
11.23.	16:13	A Neptunusz (7 <sup>m</sup> 9) 11'55"-re megközelíti a $\mu$ Cap-t (5 <sup>m</sup> 1)
11.24.	3:40	A Hold mögé belép az 1 Geminorum (Propus, 4 <sup>m</sup> 2-s kettőscsillag, 93,5%-os csökkenő holdfázis), kilépés 4:23-kor
11.24.	22:14	A Hold mögül kilép a 36 Geminorum (5 <sup>m</sup> 3, 88,7%-os csökkenő holdfázis)
11.25.	5:00	Az 86,6%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől a $\zeta$ Geminorum (Mekbuda, 3 <sup>m</sup> 8) 2'58"-re
11.25.	20:45	A Hold mögül kilép a 81 Geminorum (4 <sup>m</sup> 9, 81,3%-os csökkenő holdfázis)
11.26.	4:39	A Hold súrolva elfedi a 3 Cancrit a déli pereme mentén (5 <sup>m</sup> 6, 78,4%-os csökkenő holdfázis)
11.26.	19:58	Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
11.26.	17:15	A 103P/Hartley 2-üstökös 22'-cel keletre az NGC 2423 nyílthalmaztól (45'-cel északra az M47-től)
11.26.	22:55	Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
11.27.	19:15	A 103P/Hartley 2-üstökös 33'-cel keletre az M47 nyílthalmaztól
11.27.	22:32	Az 60,4%-os csökkenő fázisú holdkorong peremétől az o Leonis (Subra, 3 <sup>m</sup> 5) 27'39"-re



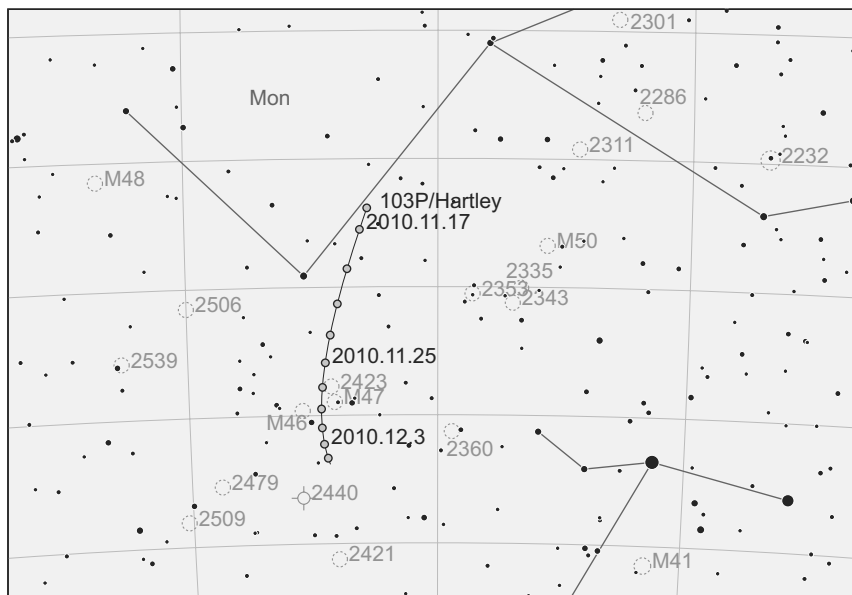
**Dátum Időpont Esemény**

11.28.	17:15	A 103P/Hartley 2-üstökös 35'-cel keletre az M47 nyílthalmaztól
11.28.	20:36	Utolsó negyed (Hold a Sextans csillagképben)
11.30.	2:11	A Hold mögül kilép a 87 Leonis (4 <sup>m</sup> 8, 36,1%-os csökkenő holdfázis)
11.30.	17:38	Hold északi librációja ( $b = 6,77^\circ$ )
11.30.	18:48	Hold földközelen (földtávolság: 369 394 km, látszó átmérő: 32'21", 28,6%-os csökkenő holdfázis)

**Üstökösök**

**10P/Tempel 2.** A Cet csillagképben mozog észak felé ez a távolodó és gyorsan halványodó üstökös. Fényessége egy hónap alatt 11,5 magnitúdóról 13,5 magnitúdóra csökken. November 4-én este megfigyelhetjük, ahogy közelít a 15 magnitúdós IC 1622-höz, amely az IC 1623 jelű kölcsönható galaxissal alkot szép párost. Sajnos még azelőtt lenyugszik a terület, hogy az üstökös áthaladna a galaxis peremén.

**103P/Hartley 2.** A hónap elején még szabadszemes üstökös nem távolodik el jelentősen bolygónktól, látszó elmozdulása mégis jelentősen csökken. Az egyre délebbre kerülő égitest a Geminiből a Canis Minor és a Monoceros érintésével egészen a Puppis nyugati részébe jut, ahol november 28-án este elhalad az M46 és M47 nyílthalmazok



*A 103P/Hartley 2-üstökös a Monoceros és a Puppis mélyég-objektumai előtt november 16-a és december 4-e között*

között. Addigra viszont már jelentősen elhalványul, fényessége 6,5–7 magnitúdó között lesz. November 23-án hajnalban azt is láthatjuk, ahogy áthalad a Melotte 71 jelű nyílthalmazon. A korábbi években már többen is előre jelezték, hogy a Föld közelében húzóódó pályája miatt esetleg egy új meteorrajt is létrehozhat, de mindeddig nem történtek megbízható észlelések. Ennek ellenére november első napjaiban érdemes figyelni az esti égboltot, hátha az Aquila és a Cygnus közötti területről „megindulnak” a meteorok.

## Kisbolygók

**(6) Hebe.** A Cet délnyugati sarkában halad északkelet felé, miközben fényessége gyors ütemben, 8,4 és 9,0 magnitúdó között csökken. A meglehetősen unalmas csillagkörnyezetben mozgó égitest 27-én este 5 ívpercre megközelíti a 13,5 magnitúdós PGC 1130 jelű galaxist.

**(7) Iris.** A Cancer csillagkép központi részén halad délkeleti irányba, de sajátmozgása egyre lassul, ahogy megközelíti stacionárius pontját. Fényessége 9,4 és 8,9 magnitúdó között növekszik. A kisbolygó érdekessége szokatlanul nagy, 27%-os fényvisszaverő képessége, melyet a fémcs, magnézium- és vas-szilikátok keverékéből álló felszín okoz. A kisbolygó spektruma hasonlít az L és LL kondrit meteoritokéra, így lehetséges, hogy a (7) Iris az egyik forrásuk, amit pályahelyzete is lehetővé tesz.

**(8) Flora.** Az Aquarius délkeleti részén északkelet felé mozgó kisbolygó fényessége 9,2 magnitúdóról 9,7 magnitúdóra csökken. A hónap első estéjén 20 ívperccel keletre fog látszani a 11,5 magnitúdós NGC 7492 gömbhalmaztól, 17-én este pedig 12 ívperce megközelíti az 5,4 magnitúdós 94 Aquariit.

**(16) Psyche.** Annibale de Gasparis fedezte fel Nápolyból 1852-ben. Ez volt az első kisbolygó, amely sorszámot kapott, mert korábban csak névvel hivatkoztak az akkor még bolygóknak nevezett égitestekre. A radarmegfigyelések szerint magas vas-nikkel tartalmú, 240–250 km átmérőjű kisbolygó átlagos oppozíciója lesz az idei. Ebben a hónapban fényessége 10,1 és 9,5 magnitúdó között növekszik, miközben a Taurusban, a bika déli szarvától délnyugatra lesz látható.

**(37) Fides.** Az adott szó és az eskü megtartásának római istennőjéről elnevezett 110 km átmérőjű kisbolygót Karl Robert Luther német csillagász fedezte fel 1855-ben. Csillagásztörténeti érdekessége, hogy ez volt az utolsó kisbolygó, melyhez a bolygóknál szokásos szimbolikus jelet is alkalmaztak. Mostani szembenállása a kedvezőbbek közül való, hiszen november 28-ai oppozíciója után két héttel kerül napközelsbe. Ennek eredményeként a hónap végén a lehetséges legnagyobb, 9,6 magnitúdós fényesség mellett figyelhetjük meg a Taurus csillagkép északnyugati szejletében. A hónap első felében sötét molekulafelhők előtt, csillagokban szegény égrészen mozog.

## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC No név m	Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
11 1	0 28 11	ki	1457	6,8	33 – 10	90 76	D 274	+0,2	+1,3
11 3	3 59 26	ki	138431	8,1	13 – 18	119 63	É 315	+0,5	+0,0
11 3	4 47 13	ki	1713	5,6	12 – 24	130 55	D 253	+1,5	+2,1
11 4	4 22 44	ki	1829	8,2	6 – 9	117 63	D 255	+0,8	+2,0
11 9	15 31 32	be	2602	5,4	13 + 14	208 17	É 18	+0,2	+1,1
11 9	15 46 19	be	2607 9 Sgr	5,9	14 + 12	211 55	É 55	+1,0	-0,3
11 9	16 23 33	be	2610	6,9	14 + 9	218 78	É 79	+1,1	-0,9
11 9	17 2 29	be	186268	7,7	14 + 5	226 44	É 44	+0,4	-0,2
11 10	17 11 6	s	2769	6,3	22 + 11	218 14	D 160	+9,9	+9,9
11 11	17 44 8	be	2908	6,9	31 + 16	216 69	É 58	+0,9	-0,3
11 13	15 48 54	be	3146	6,6	49 + 30	165 46	É 28	+1,1	+1,7
11 14	17 9 34	be	145968	7,6	59 + 36	175 69	É 48	+1,4	+1,2
11 16	20 19 30	be	3501 19 Psc	5,0	77 + 42	212 65	D 94	+2,0	-1,1
11 17	16 21 4	be	51 45 Psc	6,8	84 + 35	120 63	É 44	+0,7	+2,2
11 17	19 23 40	be	109227	7,8	85 + 51	179 13	É 354	-0,4	+4,5
11 18	16 37 6	be	177	6,9	91 + 34	111 68	É 52	+0,6	+2,1
11 19	22 6 10	be	317	6,4	96 + 57	211 88	É 78	+1,7	-0,1
11 21	2 30 40	be	459	6,4	99 + 29	270 83	D 100	+0,4	-1,8
11 22	18 21 52	ki	716	6,3	99 – 27	83 54	É 294	+0,6	+0,8
11 22	22 14 39	ki	76814	7,4	98 – 62	140 42	D 211	+1,1	+3,8
11 23	0 50 44	ki	742 99 Tau	5,8	98 – 62	220 49	É 301	+1,5	-2,0
11 23	4 36 57	ki	76952	7,2	98 – 28	276 49	É 303	+0,0	-2,1
11 23	17 57 21	ki	865	6,2	95 – 14	70 61	D 239	-0,4	+1,8
11 23	21 57 7	ki	887	7,0	95 – 52	116 83	D 263	+1,2	+1,3
11 24	1 36 10	ki	77785	7,6	94 – 63	214 61	D 241	+1,9	+0,8
11 24	3 5 12	ki	77842	7,4	94 – 51	245 58	É 303	+0,9	-2,1
11 24	3 39 39	be	916 <sup>1</sup> 1 Gem	4,3	94 – 46	253 -52	É 53	+1,7	+0,2
11 24	4 22 53	ki	916 <sup>2</sup> 1 Gem	4,3	94 – 39	262 28	É 334	-0,1	-3,2
11 24	20 29 0	ki	78750	6,8	89 – 28	87 81	D 267	+0,4	+1,5
11 24	22 13 53	ki	1047 36 Gem	5,3	89 – 45	108 66	É 301	+1,2	+0,1
11 25	0 9 23	ki	1054	7,0	88 – 60	143 79	É 288	+1,6	-0,1
11 25	4 15 12	ki	78993	7,8	87 – 48	246 45	D 234	+2,0	+0,4
11 25	4 33 27	ki	79005	7,7	87 – 45	250 36	É 332	+0,2	-2,8
11 25	20 45 27	ki	1175 81 Gem	4,9	81 – 19	83 43	D 235	-0,1	+2,6
11 25	21 34 54	ki	97260 <sup>3</sup> STF 1140	7,0	81 – 27	92 12	D 204	-0,8	+8,7
11 26	1 22 38	ki	97360	7,9	80 – 58	153 40	D 233	+2,3	+3,1
11 26	1 27 19	ki	1192	7,3	80 – 59	155 75	D 268	+1,8	+0,5
11 26	4 40 11	s	1207 3 Cnc	5,6	79 – 49	234 11	D 205	+9,9	+9,9
11 27	23 39 13	ki	1429	6,8	60 – 23	103 72	D 272	+0,6	+1,4
11 28	1 26 52	ki	117890	7,2	59 – 39	127 33	É 347	+0,6	-2,2
11 28	1 47 15	ki	117889	7,9	59 – 42	132 70	É 311	+1,1	-0,4

Dátum	UT	J	Csillag	Hold	C	PA	A	B
hó nap	h m s		ZC No név m	fázis h			m/o	m/o
11 1	0 28 11	ki	1457	6,8	33 – 10	90 76	D 274	+0,2 +1,3
11 3	3 59 26	ki	138431	8,1	13 – 18	119 63	É 315	+0,5 +0,0
11 28	2 49 40	ki	1440	7,0	58 – 48	152 44	É 336	+0,8 –1,8
11 28	3 57 47	ki	117923	7,5	58 – 51	177 50	É 330	+0,9 –1,8
11 28	4 51 44	ki	117942	7,7	58 – 50	197 13	É 7	–0,6 –4,2
11 30	2 10 41	ki	1670 87 Leo	4,8	36 – 22	122 79	D 281	+0,9 +1,0

<sup>1</sup> AB m1 = 4<sup>m</sup>8 m2 = 5<sup>m</sup>5 sep = 0,2" PA = 214

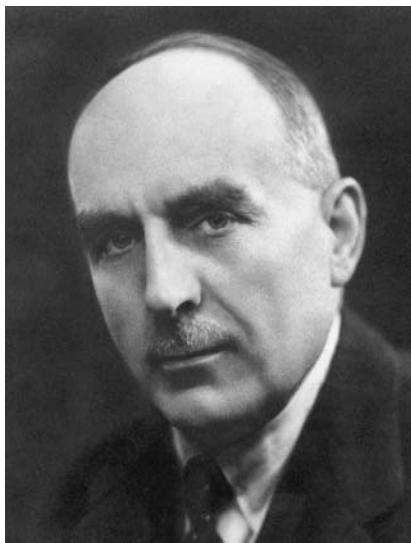
<sup>2</sup> AB m1 = 4<sup>m</sup>8 m2 = 5<sup>m</sup>5 sep = 0,2" PA = 214

<sup>3</sup> AB m1 = 6<sup>m</sup>7 m2 = 8<sup>m</sup>4 sep = 6,4" PA = 274

## Évforduló

### 50 éve hunyt el Sir Harold Spencer Jones angol királyi csillagász

Spencer Jones, Harold (1890. március 29., Kensington – 1960. november 3., Herstmonceux) a brit és nemzetközi csillagászat kiválósága, 1933 és 1955 között angol királyi csillagász. 1913-ban a greenwich-i Királyi Obszervatórium első asszisztense lesz, az első világháború után elsősorban az északi pólus 17 fokos körzetébe tartozó fényesebb csillagok sajátmozgásának és spektráltípusának vizsgálatával foglalkozott. Ezt a fény szelektív szórása miatt a csillagközi térben elszorodott abszorpció úttörő vizsgálata követte. Egy figyelemre méltó távcsöves megfigyelési sorozat analízise is Spencer Jones nevéhez fűződik, nevezetesen a Föld forgástengelyének pozíciójában bekövetkező, ívperces nagyságrendű fluktuációknak a földrajzi hosszúságok változásában jelentkező hatása. Ezt sikerrel használta fel a csillagok és bolygók észlelésének kiredukálásában. Tíz évig dolgozott a dél-afrikai Jöreménység-foki Obszervatóriumban, ahol 1923-tól több korábbi, hosszú észlelési sorozat feldolgozásával foglalkozott. Első itteni munkája az 1880 és 1922 között bekövetkezett csillag-Hold okkultációk észleléseinek elemzése volt, amelyek alapján össze tudta hasonlítani a Hold valódi pozícióit az előzőleg publikált Brown-féle táblázatokkal. A korrekciók segítségével pontosította a Hold pályaelemeit. Ezután a Nap, a Merkúr, a Vénusz és a Mars 1836–1924 közötti fok-



Sir Harold Spencer Jones (1890–1960)

földi észlelései felé fordult a figyelme. Ezek hosszúsági koordinátái egymáshoz hasonló jellegű fluktuációkat mutattak, amiből ő ismét a Föld forgásának szabálytalan változásaira következtetett (ez három évtizeden át figyelmenélküli központi témája volt). Ezt követően a Mars 1924-es kedvező oppozíciója során végzett megfigyeléseiből a Nap parallaxisát próbálta meghatározni, ami nem kellett pontossággal sikerült. A témában történő elmélyülésének eredménye lett az Eros kisbolygó 1930–31-es oppozíciója során készült híres méréssorozat, melyből a Nap parallaxisának évtizedekig használatos értékét vezették le. Ennek 1940-ben közölt végeredménye  $8,790'' \pm 0,001''$ , amely 149,675 millió km Nap–Föld-távolságnak felel meg, amit évtizedeken át nem váltott fel pontosabb érték. Másodlagos eredménye volt a Föld és Hold tömegarányának meghatározása, amelyre 81,27 értéket kapott. Hasonló jellegű eredménye volt az aberrációs konstans 19 csillag látóirányba eső sebességéből származó meghatározása (a fény sebességét ismertnek feltételezve, ebből azonnal származtatható a Nap parallaxisa). Végül pedig Fokföldre érkezésekor megkezdett saját megfigyeléseinek legfőbb eredménye, csillagok távolságának szisztematikus meghatározása, amely alapvető munkával akkoriban hagytak fel más obszervatóriumok. A Fokvárosban eltöltött 10 év után Greenwich-be visszatérve Sir Frank Dysont követte a Királyi Csillagászati Társaságban. Ekkorra összesen 500 csillag parallaxisát határozta meg. Számos nemzetközi csillagászati szervezet és tudományos társaság tiszteletbeli tagja volt. A Royal Astronomical Society-ben szinte minden vezető tisztséget betöltött, egészen az 1937–39 közötti elnökségig. Életrajzírói lenyűgöző, méltóságteljes személyiségűnek írják le, aki szakmáján felül nagyszerű ügyintéző is volt. Barátaikhoz hű, kollégáinak, még a legfiatalabb csillagászoknak is bármikor rendelkezésére álló, segítőkész ember volt. Különös érdekesség, hogy az űrkutatás gyakorlati hasznában nem hitt, azt hiábavaló dolognak tekintette (hírhedtté vált mondanása, alig két héttel a Szputnyik-1 1957. október 4-i felbocsátása előtt: „space travel is bunk”). A világháború utáni igen nehéz időszakban, 1945 és 1948 között a Nemzetközi Csillagászati Unió elnöke is volt. Emlékére krátert neveztek el a Holdon és a Marson, valamint a (3282) Spencer Jones kisbolygót is róla nevezték el.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:48,3	Io	ek
	20:54,2	Europa	mk
	22: 2,3	Io	mk
2	1:14,4	Io	fv
	19:15,4	Io	ek
	20:14,3	Io	ák
	21:30,0	Io	ev
	22:28,8	Io	áv
3	16:29,3	Io	mk
	16:59,0	Ganymedes	mv
	17:34,0	Europa	ák
	17:59,4	Ganymedes	fk
	18:19,8	Europa	ev
	19:43,2	Io	fv
	20:16,6	Europa	áv
	20:58,6	Ganymedes	fv
	16:57,7	Io	áv
	23:18,9	Europa	mk
8	23:50,7	Io	mk
	21: 4,7	Io	ek
9	22:10,2	Io	ák
	23:19,3	Io	ev
	0:24,4	Io	áv
10	17:30,3	Ganymedes	mk
	17:59,2	Europa	ek
	18:18,0	Io	mk
	20: 9,9	Europa	ák
	20:34,7	Ganymedes	mv
	20:42,9	Europa	ev
	21:38,3	Io	fv
	22: 1,7	Ganymedes	fk
	22:52,1	Europa	áv
	16:39,2	Io	ák
	17:46,7	Io	ev
11	18:53,3	Io	áv
	16: 7,1	Io	fv
12	17:37,6	Europa	fv
	22:55,2	Io	ek
16	0: 6,2	Io	ák
	20: 7,9	Io	mk
	20:24,6	Europa	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
17	21: 9,6	Ganymedes	mk
	22:46,0	Europa	ák
	23: 8,4	Europa	ev
	23:33,6	Io	fv
18	0:15,4	Ganymedes	mv
	17:23,0	Io	ek
	18:35,2	Io	ák
	19:37,5	Io	ev
	20:49,1	Io	áv
19	18: 2,4	Io	fv
	20:16,3	Europa	fv
20	20:23,0	Callisto	ek
	21:16,1	Callisto	ev
21	16:17,6	Ganymedes	ák
	19:12,0	Ganymedes	áv
24	21:59,1	Io	mk
	22:52,4	Europa	ek
	19:15,1	Io	ek
25	20:31,3	Io	ák
	21:29,6	Io	ev
	22:45,0	Io	áv
26	16:27,1	Io	mk
	17:31,3	Europa	mk
	19:57,7	Io	fv
	22:55,1	Europa	fv
27	15:57,9	Io	ev
	17:14,0	Io	áv
28	17:21,3	Europa	áv
	18: 5,9	Ganymedes	ev
	20:20,2	Ganymedes	ák
	23:13,3	Ganymedes	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

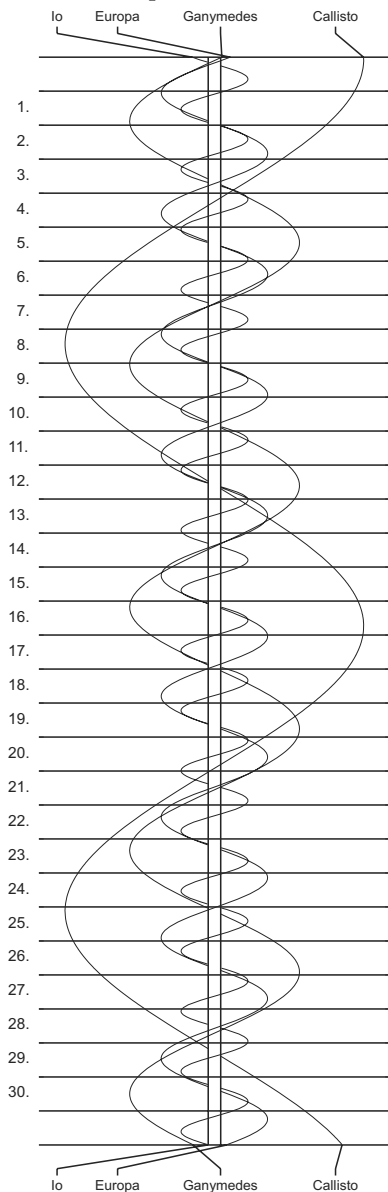
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

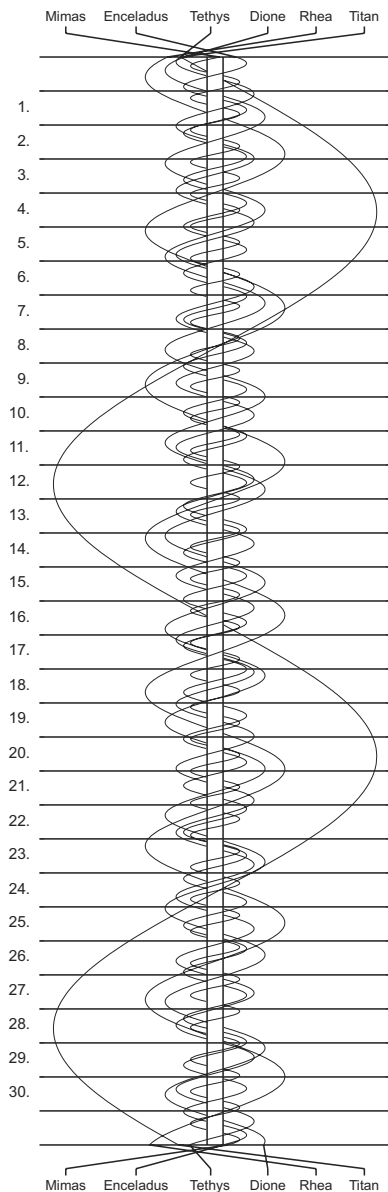
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

### Jupiter-holdak



### Szaturnusz-holdak



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – december**

KÖZEI

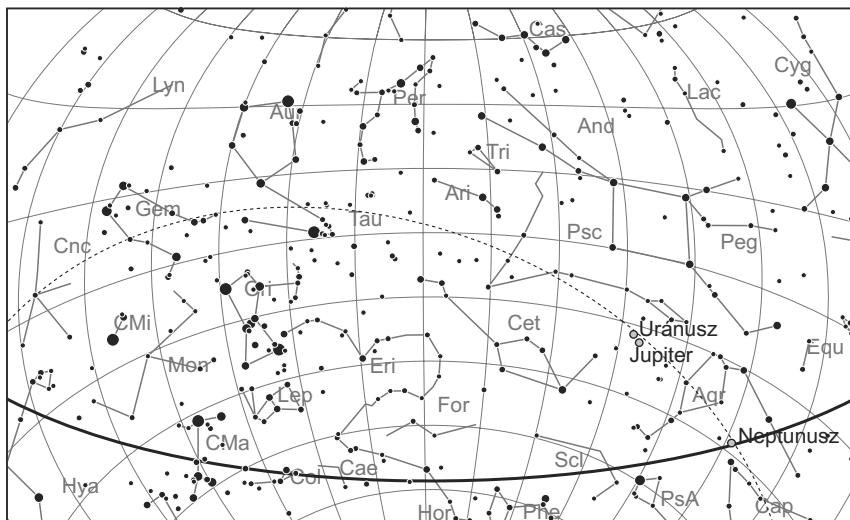
Dátum	Nap					Hold			fázis h m	
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
1. sz 335.	7 10	11 33	15 55	20,7	+11,2	1 59	7 35	13 00	● 18 36	
2. cs 336.	7 11	11 33	15 55	20,6	+10,8	3 17	8 28	13 28		
3. p 337.	7 12	11 33	15 54	20,4	+10,4	4 36	9 22	14 00		
4. sz 338.	7 13	11 34	15 54	20,3	+10,0	5 52	10 19	14 40		
5. v 339.	7 15	11 34	15 54	20,2	+9,6	7 02	11 16	15 29		
50. hét										
6. h 340.	7 16	11 35	15 53	20,0	+9,2	8 03	12 14	16 27	● 14 59	
7. k 341.	7 17	11 35	15 53	19,9	+8,8	8 52	13 09	17 31		
8. sz 342.	7 18	11 35	15 53	19,8	+8,3	9 31	14 02	18 39		
9. cs 343.	7 19	11 36	15 53	19,7	+7,9	10 03	14 50	19 46		
10. p 344.	7 20	11 36	15 53	19,6	+7,5	10 28	15 36	20 53		
11. sz 345.	7 21	11 37	15 53	19,5	+7,0	10 49	16 18	21 57		
12. v 346.	7 22	11 37	15 53	19,5	+6,5	11 09	16 59	23 01		
51. hét										
13. h 347.	7 23	11 38	15 53	19,4	+6,1	11 27	17 40	–		
14. k 348.	7 23	11 38	15 53	19,3	+5,6	11 46	18 21	0 04		
15. sz 349.	7 24	11 39	15 53	19,3	+5,1	12 05	19 03	1 08	○ 9 13	
16. cs 350.	7 25	11 39	15 53	19,2	+4,6	12 28	19 47	2 13		
17. p 351.	7 26	11 40	15 54	19,2	+4,2	12 55	20 35	3 19		
18. sz 352.	7 26	11 40	15 54	19,2	+3,7	13 28	21 26	4 27		
19. v 353.	7 27	11 41	15 54	19,1	+3,2	14 09	22 21	5 34		
52. hét										
20. h 354.	7 28	11 41	15 55	19,1	+2,7	15 02	23 18	6 37		
21. k 355.	7 28	11 42	15 55	19,1	+2,2	16 06	–	7 32		
22. sz 356.	7 29	11 42	15 56	19,1	+1,7	17 18	0 17	8 19		
23. cs 357.	7 29	11 43	15 56	19,1	+1,2	18 36	1 14	8 57		
24. p 358.	7 29	11 43	15 57	19,1	+0,7	19 55	2 09	9 28	● 5 18	
25. sz 359.	7 30	11 44	15 58	19,1	+0,2	21 13	3 02	9 55		
26. v 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	–0,3	22 31	3 53	10 19		
53. hét										
27. h 361.	7 30	11 45	15 59	19,2	–0,8	23 48	4 43	10 41		
28. k 362.	7 31	11 45	16 00	19,3	–1,3	–	5 33	11 05		
29. sz 363.	7 31	11 46	16 01	19,3	–1,8	1 06	6 23	11 31		
30. cs 364.	7 31	11 46	16 01	19,4	–2,2	2 22	7 16	12 01		
31. p 365.	7 31	11 47	16 02	19,5	–2,7	3 37	8 10	12 37		



## december

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 455 532	4 38 58	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 455 533	4 42 55	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 455 534	4 46 52	Ferenc, Olívia
4.	2 455 535	4 50 48	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 455 536	4 54 45	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 455 537	4 58 41	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 455 538	5 02 38	Ambrus
8.	2 455 539	5 06 34	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 455 540	5 10 31	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 455 541	5 14 27	Judit, Livia, Loretta
11.	2 455 542	5 18 24	Árpád, Dániel
12.	2 455 543	5 22 21	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 455 544	5 26 17	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 455 545	5 30 14	Szilárda
15.	2 455 546	5 34 10	Valér, Dezső, Mária
16.	2 455 547	5 38 07	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 455 548	5 42 03	Lázár, Olimpia
18.	2 455 549	5 46 00	Augusztá, Dezső, Mária
19.	2 455 550	5 49 56	Viola
20.	2 455 551	5 53 53	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 455 552	5 57 50	Tamás, Péter
22.	2 455 553	6 01 46	Zénó, Anikó
23.	2 455 554	6 05 43	Viktória
24.	2 455 555	6 09 39	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
25.	2 455 556	6 13 36	Karácsony; Eugénia, Anasztázia
26.	2 455 557	6 17 32	Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 455 558	6 21 29	János
28.	2 455 559	6 25 25	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 455 560	6 29 22	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 455 561	6 33 19	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 455 562	6 37 15	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitty, Melánia

8. Az iszlám naptár 1432. évének kezdete



A déli égbolt december 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

## Bolygók

**Merkúr:** 1-jén van legnagyobb keleti kitérésben,  $21,5^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor több mint egy órával nyugszik a Nap után. Láthatósága lassan romlik, a hónap közepére elhalványul és elvesz az alkonyfény sugaraiban. 20-án már alsó együttállásban van a Nappal. A hónap végére a hajnali égbolton válik láthatóvá. 31-én már másfél órával kel a Nap előtt, megfigyelésre kedvező helyzetben.

**Vénusz:** A hajnali égbolt feltűnő égiteste, magasan a délkeleti látóhatár felett. A hónap elején három és fél, a végén majdnem négy órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4^m7$ -ről  $-4^m5$ -ra, átmérője  $42,4''$ -ről  $27,5''$ -re csökken, fázisa  $0,24$ -ről  $0,45$ -ra nő.

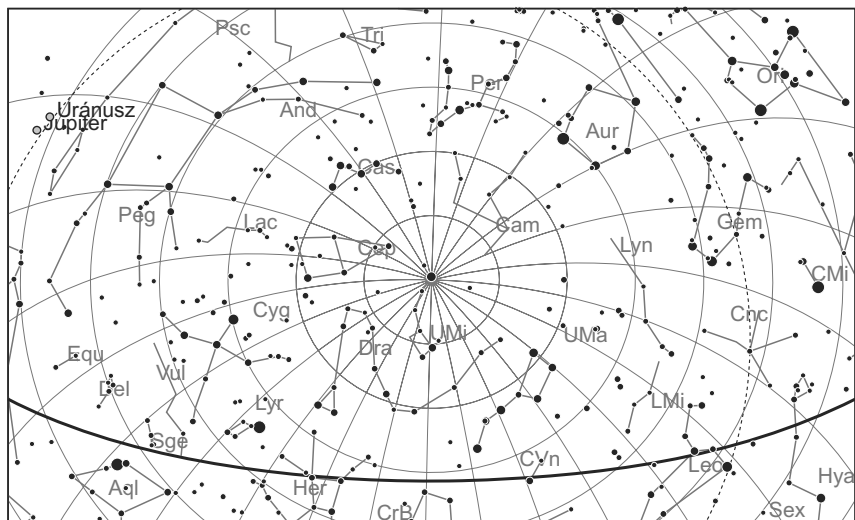
**Mars:** Előretartó mozgást végez először a Kígyótartó, majd a Nyilas csillagképben. Napnyugta után még megkísérelhető felkeresése, de fél órával a Nap után lenyugszik. Fényessége  $1^m3$ -ról  $1^m2$ -ra nő, átmérője leheletnyit csökken,  $4,0''$ -ről  $3,9''$ -re.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Vízöntő majd a Halak csillagképben. Éjjelfelkor nyugszik, az éjszakai délnyugati égbolt feltűnő égiteste. Fényessége  $-2^m5$ , átmérője  $41''$ .

**Szaturnusz:** Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható. Folytatja előretartó mozgását a Szűz csillagképben. Fényessége  $0^m8$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka első felében kereshető a Halak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik. 6-án hátráló mozgása ismét előretartóvá változik.

**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg a Bak csillagképben. Késő este nyugszik.



Az északi égbolt december 15-én 20:00-kor (KÖZEI)

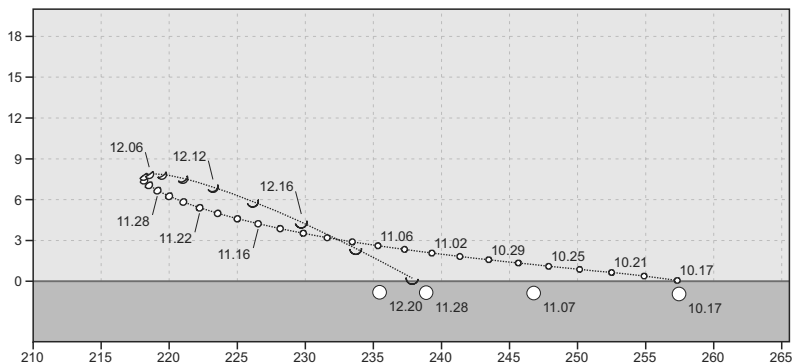
## Eseménynaptár

### Dátum Időpont Esemény

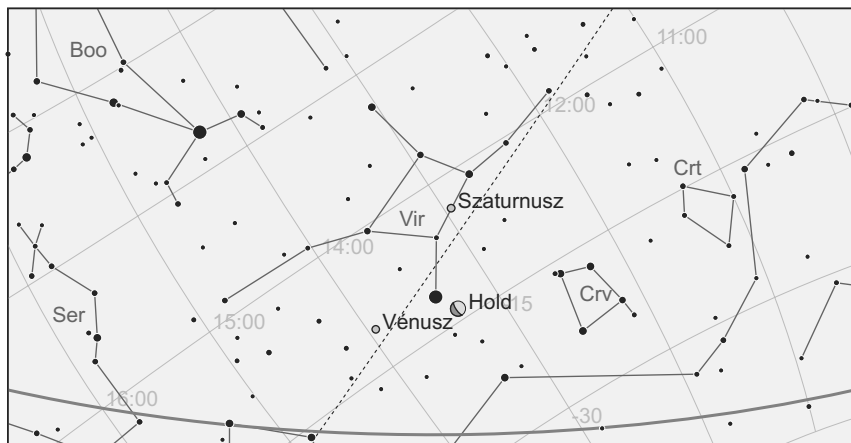
- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 12.01. | 15:42 | Merkúr legnagyobb keleti elongációja (21,5° elongáció, -0 <sup>m</sup> 4, 6,6" átmérő, 63% fázis, Sagittarius csillagkép) |
| 12.02. | 4:58  | A Hold, Vénusz és Szaturnusz, valamint a Spica látványos együttállása a Virgo csillagképben                               |
| 12.02. | 11:27 | Vénusz eléri legnagyobb fényességét, -4,7 magnitúdót (látszó átmérője 41,4", fázisa 24,9%)                                |
| 12.04. | 5:03  | A (78) Diana kisbolygó (10 <sup>m</sup> 8) 5,7'-cel északkeletre az ω Aur-tól   |
| 12.04. | 5:39  | 35 óra 57 perces holdsarló 5,3° magasan a hajnali égen (Vénusz tőle 22° nyugatra)   |
| 12.05. | 16:08 | Merkúr dichotómiája (50,0% fázis, 20,8° keleti elongáció)   |
| 12.05. | 17:36 | Újhold (Hold az Ophiuchus csillagképben)  |
| 12.06. | 10:05 | Hold eléri legkisebb deklinációját -25,1°-nál (0,6%-os növekvő hold-fázis)  |
| 12.06. | 20:11 | Hold keleti librációja (l = 5,34°)  |
| 12.07. | 15:28 | 45 óra 53 perces holdsarló 6,9° magasan az esti égen (Merkúr és Mars tőle 3,3° illetve 8,6° nyugatra)                     |
| 12.07. | 15:29 | Az 4,1%-os növekvő fázisú Holdtól 3°15'-cel nyugatra a Merkúr   |
| 12.08. | 23:40 | A (348) Maya kisbolygó (13 <sup>m</sup> 4) elfedi a TYC 1864-01474-1-et (11 <sup>m</sup> 4)                               |
| 12.09. | 2:00  | A (302) Clarissa kisbolygó (14 <sup>m</sup> 1) elfedi a TYC 1933-01768-1-et (11 <sup>m</sup> 7)                           |
| 12.11. | 16:08 | A 32,3%-os növekvő fázisú Holdtól 4°42'-cel délre a Neptunusz   |

**Dátum Időpont Esemény**

12.13.	4:32	A Vénusz ( $-4^m6$ ) $16'22''$ -re megközelíti az 2 Librit ( $6^m2$ )
12.13.	5:08	A (354) Eleonora kisbolygó ( $11^m7$ ) $2,0'$ -cel délkeletre a 11 Lib-tól
12.13.	8:35	Hold földtávolban (földtávolság: 404 446 km, látszó átmérő: $29'33''$ , 47,9%-os növekvő holdfázis)
12.13.	13:59	Első negyed (Hold a Pisces csillagképben)
12.13.	18:03	Az 51,6%-os növekvő fázisú holdkorong peremétől a $\kappa$ Piscium ( $4^m9$ ) $1'12''$ -re
12.14.	13:06	Hold déli librációja ( $b = -6,83^\circ$ )
12.16.	6:00	Hold maximális librációja ( $l = -3,47^\circ$ , $b = -6,40^\circ$ )
12.16.	18:15	Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, kilépés az árnyékból 21:08-kor
12.19.	3:17	A 94,4%-os növekvő fázisú Hold $1,8^\circ$ -ra megközelíti a Fiastyúkot (M45 jelű nyílthalmaz) a Taurus csillagképben
12.19.	15:22	Hold nyugati librációja ( $l = -5,16^\circ$ )
12.19.	23:01	Merkúr alsó együttállásban a Nappal (Naptól $2,0^\circ$ -ra)
12.20.	21:01	Hold eléri legnagyobb deklinációját $+23,7^\circ$ -nál (99,7%-os növekvő holdfázis)
12.21.	5:27	Teljes holdfogyatkozás. Félárnyékba belépés 5:27-kor, teljes árnyékba belépés kezdete 6:32-kor, holdnyugta 6:32-kor
12.21.	8:13	Telihold (Hold a Taurus csillagképben)
12.21.	17:14	A Hold mögé belép a $\mu$ Geminorum (Tejat Posterior, $2^m9$ , 99,8%-os csökkenő holdfázis), kilépés 18:12-kor
12.21.	23:38	Téli napforduló
12.22.	19:19	Hold minimális librációja ( $l = -3,71^\circ$ , $b = 1,98^\circ$ )
12.23.	5:59	A Hold mögül kilép a 81 Geminorum ( $4^m9$ , 95,4%-os csökkenő holdfázis)
12.25.	2:40	A Hold mögül kilép a 6 Leonis ( $5^m1$ , 82,5%-os csökkenő holdfázis)
12.25.	12:25	Hold földközelen (földtávolság: 368 431 km, látszó átmérő: $32'26''$ , 78,8%-os csökkenő holdfázis)



*A Merkúr az esti szürkületben november végén, december elején észlelhető a délnyugati égen. Legnagyobb keleti kitérése december 1-jén lesz.*



*A Hold, a Vénusz, a Szaturnusz és a Spica együttállása december 2-án hajnalban a keleti horizonton*

### Dátum Időpont Esemény

- 12.27. 22:10 Hold északi librációja ( $b = 6,82^\circ$ )  
 12.28. 4:18 Utolsó negyed (Hold a Virgo csillagképben)  
 12.29. 20:48 A Jupiter ( $-2^m4$ )  $3'56''$ -re megközelíti a 20 Psc-t ( $5^m5$ )

## Üstökös

**103P/Hartley 2.** A 7 és 9,5 magnitúdó között halványuló üstökös szép félkörívben fordul a Puppis és a Canis Maior nyílthalmazokkal, sötét- és gázködökkel telehintett határvidékén. Pályájának legdélebbi pontját 18-án éri el  $-18,3$  fokos deklinációnál. Lassú mozgása kedvez hosszú expozíciós idejű felvételek készítésének.

## Kisbolygók

**(6) Hebe.** Az esti égen, a béta Cetitől északkeletre kell keresni ezt a 9,0 és 9,5 magnitúdó között halványodó kisbolygót, amely útja során több halvány galaxis mellett is elhalad: 19-én este a 13,5 magnitúdós NGC 187-et, 25-én a 13 magnitúdós IC 51-et, 26-án a 14,5 magnitúdós NGC 263-at, 28-án pedig a 14,5 magnitúdós IC 56-ot közelíti meg 10 ívpercnél jobban.

**(7) Iris.** Keleti stacionárius pontját elhagyva a Cancer csillagképben mozog déli, majd nyugati irányban. Ahogy közelít jövő januári szembenállása felé, egyre gyorsabban fényesedik 8,9 és 8,3 magnitúdó között. Az M67 közelében látszó kisbolygó 25-én este 14 ívpercre északra kereshető az 5,9 magnitúdós 50 Cancritól, 27-én hajnalban pedig 20 ívperccel délre halad el a 13,5 magnitúdós NGC 2661 jelű galaxistól.

**(16) Psyche.** A Taurus csillagkép délkeleti felében láthatjuk, 9-ei szembenállása idején fényessége eléri a 9,4 magnitúdót. Lehetséges, hogy ez a kisbolygó az egyik forrása az enstatitit kondrit meteoritoknak, bár az égitest nem tartozik egyetlen kisbolygó-családba sem, vagyis nem látszanak azok a nagyobb törmelékek, amelyek a vélelmezett ütközéskor keletkeztek. A hónap végére fényessége 10 magnitúdóra esik.

**(23) Thalia.** John Russell Hind fedezte fel 1852-ben ezt az átlagosnál elnyúltabb, és nagyobb hajlású pályán keringő, 100–110 km átmérőjű kisbolygót. Szembenállását majd 2011 januárjában éri el, ám napközelséghez közeli helyzete miatt fényessége már most decemberben átlépi a 10 magnitúdót. A keleti stacionárius pontjában forduló, észak felé haladó égitest a Cancer északi felében kereshető fel, 7-én hajnalban egy 6 magnitúdós csillagtól és két 15 magnitúdós IC jelzésű galaxistól 10 ívperccel délkeletre láthatjuk, majd 25/26-án 9 ívpercre megközelíti a 13,5 magnitúdós NGC 2679 jelű galaxist. Ekkor fényessége már eléri a 9,5 magnitúdót.

**(37) Fides.** Szembenállásán túljutva hátráló mozgást végez a Taurus csillagképben, néhány fokkal keletre a Fiastyúk halmaztól. A december elején még 9,6 magnitúdós égitest a hó végére 10,4 magnitúdóra halványul.

## Teljes holdfogyatkozás december 21-én

Az év negyedik és egyben utolsó fogyatkozása egy teljes holdfogyatkozás a téli napforduló napján. Sajnos ezt a holdfogyatkozást sem figyelhetjük meg Magyarországról. A Dunántúlon lakók tiszta égbolt esetén a nyugvó holdkorongon megfigyelhetik a teljes árnyék megjelenését. A jelenség napkeltekor kezdődik és délben ér véget. A fogyatkozást teljes egészében Észak-Amerikából és a Csendes-óceán középső és keleti részéről figyelhetik meg. A Dél-Amerikában, Ázsia keleti részén és a Csendes-óceán nyugati vidékein élők a fogyatkozás valamely fázisáról lemaradnak.

A félárnyék 5:29:21-kor érinti meg a holdfelszínt, a teljes árnyékre 6:32:38-ig kell várni. 7:40:48-kor nyeli el az umbra égi kísérőnket, onnan csak 8:53:09-kor bukkan ki. Bő egy óra kell az teljes árnyék levonulására, ez 10:01:19-kor következik be. A félárnyék 11:04:28-kor hagyja el a Hold felszínét. A totalitás 1 óra 12 perc 21 másodperces. Az umbra 3 óra 28 perc 41 másodpercig tartózkodik a holdfelszínen, a félárnyékos fogyatkozás hossza pedig 5 óra 35 perc 7 másodperc. A holdfogyatkozás idején a Hold a Bika–Orion–Ikrek hármas határán tartózkodik.

A fogyatkozás maximuma 8:18:04-kor van, ekkor a fogyatkozás nagysága 1,2561 magnitúdó. A holdkorong déli pereme 2,85'-re van az árnyék közepétől, míg az északi perem és az umbra széle közötti távolság 8,13'. Vagyis azon szerencsések, akik megfigyelhetik ezt a fogyatkozást, a Hold déli részeit jóval sötétebbnek láthatják, mint az északit. A penumbális magnitúdó 2,2807. Az umbra átmérője 1,4236°, míg a penumbraé 2,5076°. A félárnyék gyűrűje 32,52' vastag, így a 31,74' látszó átmérőjű holdkorong teljes terjedelmében elfér benne; ez nem minden holdfogyatkozásnál törvényszerű.

Ez a holdfogyatkozás a 125-ös Szárosz-sorozat 48. fogyatkozása a 72-ből.

## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC No név m	Hold fázis h	C	PA	A m/o	B m/o	m/o
12 2	4 39 18	ki	1918	6,8	15 – 18	138 56	É	321	+0,6 –0,2
12 3	4 20 30	ki	2051	5,9	8 – 6	126 14	É	358	–0,8 –2,3
12 3	4 46 18	ki	158478	9,1	8 – 9	131 77	D	269	+0,9 +1,3
12 8	16 41 20	be	188250	8,2	9 + 7	229 8	É	358	–1,3 +3,1
12 9	16 56 47	be	163538	8,1	15 + 14	224 77	É	62	+0,8 –0,5
12 10	18 24 6	be	3103	7,6	24 + 12	236 41	É	21	+0,1 +0,9
12 11	16 26 29	be	3216	6,8	32 + 32	199 65	D	94	+2,1 –0,8
12 12	16 11 13	be	3326	6,4	41 + 39	184 37	É	14	+0,6 +2,1
12 12	16 54 22	be	146252	7,2	41 + 38	197 68	É	45	+1,2 +0,9
12 13	18 54 40	be	128194	7,7	51 + 36	223 42	É	19	+0,6 +1,7
12 13	21 18 53	be	3464	7,2	52 + 16	255 42	É	19	+0,3 +1,3
12 17	17 28 6	be	375	6,8	86 + 52	127 73	É	58	+1,1 +1,9
12 19	20 47 25	be	676	7,2	97 + 65	161 79	É	75	+1,7 +0,9
12 19	21 30 58	be	76636	7,1	97 + 66	185 35	D	141	+1,9 –3,4
12 20	0 33 44	be	693 V1116 Tau	6,0	98 + 46	254 25	D	152	+0,2 –4,4
12 21	17 14 3	be	976 $\mu$ Gem	2,9	0 – 17	76 –87	É	99	+0,1 +1,1
12 21	18 11 49	ki	976 $\mu$ Gem	2,9	0 – 27	86 73	D	264	+0,3 +1,5
12 22	2 35 39	ki	1021	6,1	99 – 44	254 77	É	295	+0,7 –1,8
12 22	21 28 14	ki	1135	6,7	97 – 47	116 64	D	259	+1,2 +1,6
12 22	21 49 37	ki	1138	7,1	97 – 50	122 67	É	307	+1,3 –0,4
12 23	1 55 48	ki	1151	6,9	96 – 55	224 41	D	237	+2,3 +0,9
12 23	5 59 4	ki	1175 81 Gem	4,9	96 – 18	278 44	É	333	–0,4 –2,2
12 24	0 25 33	ki	97901	7,4	91 – 57	161 89	D	288	+1,6 –0,3
12 24	3 29 52	ki	97978	7,6	90 – 46	233 51	D	251	+1,8 –0,4
12 25	2 40 6	ki	1410 6 Leo	5,1	83 – 52	195 85	D	287	+1,5 –0,8
12 26	2 59 54	ki	1528 RX Sex	6,7	73 – 47	183 77	D	281	+1,7 –0,4
12 26	3 50 55	ki	118314	7,4	73 – 44	200 42	D	247	+2,5 +0,5
12 27	0 20 15	ki	1629	6,6	63 – 25	123 83	D	287	+0,9 +0,7
12 27	2 39 37	ki	1639 <sup>1</sup> STF 1529 A	7,1	62 – 39	160 24	É	1	+0,0 –2,8
12 27	2 39 50	ki	138129 <sup>2</sup> STF 1529 B	7,9	62 – 39	160 25	É	360	+0,0 –2,8
12 28	2 21 44	ki	1752	6,6	51 – 28	144 34	D	237	+2,7 +3,4
12 29	5 29 16	ki	157749	8,0	38 – 29	182 53	É	328	+1,0 –1,2
12 30	4 25 23	ki	158295	8,5	28 – 20	153 77	É	300	+1,1 +0,1
12 31	3 52 34	ki	183039	8,2	19 – 9	136 82	É	291	+0,8 +0,7
12 31	3 53 27	ki	2134	5,9	19 – 9	136 82	É	291	+0,8 +0,7

<sup>1</sup> AB m1 = 6<sup>m</sup>6 m2 = 7<sup>m</sup>4 sep = 9,4'' PA = 254<sup>2</sup> BA m1 = 7<sup>m</sup>4 m2 = 6<sup>m</sup>6 sep = 9,4'' PA = 74

## Évforduló

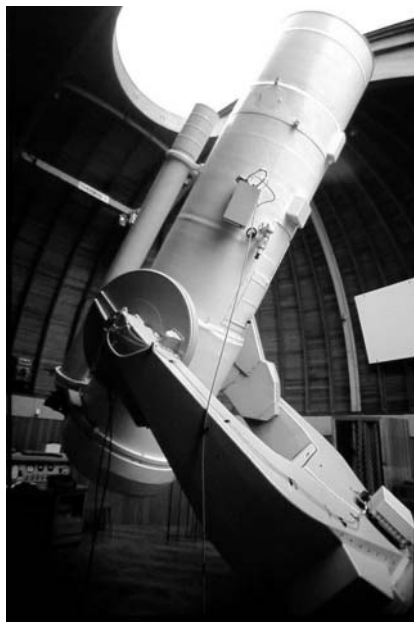
### 75 éve hunyt el a Bernhard Schmidt

Schmidt, Bernhard Voldemar (1879. március 30., Naissaar – 1935. december 1., Hamburg) észt optikus volt. A család a Tallinn közelében fekvő Naissaar szigetén élt, és a szigetlakók szokásos észt és svéd nyelvén felül németül is beszélt. Már gyerekkorában megmutatkozott kíváncsi és innovatív hajlama. Vásárolt lencséből és egy öreg harmonikából fényképezőgépet fabrikált, és sikeres fényképeket készített környezetéről, családtagjairól, ráadásul ezek közül néhányat el is tudott adni. Egy másik kísérlete egész életére kihatott: lőporral kísérletezett, és az azzal megtöltött fémcső felrobbant, emiatt a jobb kezét amputálni kellett. De ez sem vette el kedvét a további kísérletezéstől és fejlesztéstől. Schmidt a század elején talált rá az öt igazán érdeklő dologra: csiszolni és polírozni kezdett csillagászati célokra alkalmas, nagy pontosságú tükröket, valamint ezeket árulni is kezdte amatőröknek. 1904 márciusára annyira jártas lett a tükrörcsiszolásban, hogy tanulmányai befejezésére Németország legnagyobb obszervatóriumainak szakembereivel került kapcsolatba. Üzleti sikerei gyorsan szaporodtak, amint olyan figyelemre méltó csillagászok tapasztalták meg tükrüknek kiválóságát, mint Hermann Carl Vogel és Karl Schwarzschild. Azonban nem csupán korra legprecízebb tükrüknek elkészítésében jeleskedett, de rábízta híres optikai üzemek lencséinek korrekcióját, feljavítását is, így például a potsdami asztrofizikai obszervatórium 50 cm-es Steinheil vizuális refraktoráét. Ne felejtjük el, hogy gyerekkori balesete miatt tökéletes optikáit csupán egy kézzel munkálta meg! A jól menő üzlet lehetővé tette több segéd alkalmazását, sőt ritka luxusautót is vásárolt, és sofőrt is tartott. Az első világháború derékba törte Schmidt karrierjét. A helyzet nemigen javult a háború végeztével sem, Schmidt vállalkozása tönkrement, berendezéseit felszámolta. A Hamburgi Obszervatórium igazgatója, Richard Schorr felajánlotta, hogy az obszervatórium Bergedorfhoz közeli észlelőállomásán lakhat, és némi kis fizetséget is kaphat a korábban általa készített horizontális távcső rendbe hozásáért és más javítási munkáért. 1929-ig két napfogyatkozás-expedícióhoz is csatlakozott, amelyeket a Hamburgi Obszervatórium szervezett. A második úton ismerkedett össze Walter Baade csillagással, amely találkozás hatására forradalmian megváltozott a 20. század második felének csillagászata és az optikai tervezési iparág. A csillagászok régóta vágytak nagy átmérőjű, ugyanakkor az égbolt nagy területét leképező távcsőre, és ilyen nem állt rendelkezésre. A tipikus látómező 1 fok körüli volt, és még torzításokkal terhelten is legfeljebb  $f/3$  fényerejű reflektort tudtak készíteni. Kis átmérőjű távcsövekkel lehetett ugyan nagyobb látómezőt elérni, de azokkal meg a halvány égi objektumok voltak elérhetetlenek. A Baade és Schmidt között lezajlott beszélgetések következményeként született meg Schmidt ugrásszerű fejlődést hozó szabadalma. Az első ötlet szerint az akkoriban



*Schmidt hamburgi műhelyében, egy polírozógép mellett*





*A Konkoly Obszervatórium 60 cm-es Schmidt-távcsöve Piskés-tetőn*

szokásos parabolikus tükrök helyett gömbfelület alkalmazása esetén, egy kisebb átmérőjű kör alakú nyílást helyezve a tükrő görbületi középpontjába szinte teljesen megszüntethető a kómahiba és az asztigmatizmus, azonban a szferikus aberráció megmarad. Zsenialitása annak a kiötlésében rejlik, hogy ezt a megmaradó szferikus aberrációt is el tudta tüntetni úgy, hogy az átmérőszűkítő nyílás helyére olyan korrekciós lencsét tervezett, amely a közepénél konvex, a pereménél konkáv, a kettő között pedig szinte sík. Egy további zseniális ötlettel a korrekciós lemez megvalósítását is kiötlötte. Az úgynevezett „vákuum-horpasztás” eljárással az eredeti, adott görbületre csiszolt lencsét helyi vákuum létesítésével óvatosan megörbítik, és ekkor csiszolják bele a másik görbületet. A vákuum megszüntetésével a lencse rugalmas visszaigazodása után előáll a szükséges úgynevezett Schmidt-alak. Ezzel tökéletes leképezésű  $f/1,75$  vagy még fényerősebb kamera készítése is lehetővé vált, amellyel 15 fokalátómezőt lehet leképezni. Egy rövid publikációban tette közzé fejlesztésének eredményét, de

nagyon gyenge visszhangra talált, talán túlzott újszerűsége, valamint az ismét szerencsétlenül alakuló körülmények, a gazdasági világválság miatt is. Nem jöttek megrendelések, így Schmidt Bergedorf vendége maradt élete végéig. Az első, 34 cm-es kamera után 1934-ben épített egy még nagyobb, és újracsiszolta a 60 cm-es Bergedorf–Steinheil fotografikus refraktort, de egy leideni utazás során megbetegedett, és az orvosi kezelés ellenére 56 évesen meghalt. Schmidt új korszakot nyitott a csillagászatban. Lehetővé vált nagy átmérőjű, nagy látómezejű távcsövek építése, amelyek mással nem pótolható módon különleges, főleg égbolt-feltérképező kutatási programok megvalósítására alkalmasak. Sajnos nem érhetette meg elterjedését. Az első nagyobb, 46 cm-es átmérőjű Schmidt-távcső Baade hathatós utánajárásának köszönhetően a Mount Wilson Obszervatórium számára készült el 1938-ban, röviddel Schmidt halála után. Tíz évvel később a méltán híressé vált 122 cm-es palomar-hegyi épülhetett meg, majd 1960-ban a világ mind a mai napig legnagyobb Schmidt-távcsöve, az Alfred Jensch-féle 2 m-es tautenburgi óriás. Hazánkban is van egy nagyszerű Schmidt-távcső, az 1962-ben üzembe állított piskéstetői 60/90/180-as távcső. Nevét a sok száz Schmidt-távcső mellett a (1743) Schmidt kisbolygó is őrzi.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	21: 8,4	Io	ek
	22:27,4	Io	ák
	23:22,9	Io	ev
3	18:19,8	Io	mk
	20: 4,9	Europa	mk
	21:53,1	Io	fv
4	15:37,0	Io	ek
	16:56,5	Io	ák
	17:51,5	Io	ev
	19: 9,9	Io	áv
5	16:22,0	Io	fv
	17:16,5	Europa	ák
	17:22,8	Europa	ev
	18:53,2	Ganymedes	ek
	19:57,3	Europa	áv
	21:59,2	Ganymedes	ev
9	17: 6,5	Ganymedes	fv
10	20:13,8	Io	mk
	22:41,0	Europa	mk
11	17:31,8	Io	ek
	18:52,6	Io	ák
	19:46,3	Io	ev
	21: 5,9	Io	áv
12	17:12,4	Europa	ek
	18:17,4	Io	fv
	19:52,8	Europa	ák
	19:56,7	Europa	ev
13	22:33,3	Europa	áv
	15:34,8	Io	áv
14	17:32,3	Europa	fv
15	22:23,1	Callisto	mk
16	15:48,4	Ganymedes	mv
	18:15,4	Ganymedes	fk
	21: 7,7	Ganymedes	fv

nap	UT h:m	hold	jelenség
17	22: 8,9	Io	mk
18	19:27,7	Io	ek
	20:48,7	Io	ák
	21:42,2	Io	ev
19	16:37,9	Io	mk
	19:48,5	Europa	ek
	20:12,9	Io	fv
20	16:11,3	Io	ev
	17:30,8	Io	áv
21	20:10,8	Europa	fv
23	16:43,2	Ganymedes	mk
	19:52,2	Ganymedes	mv
25	21:24,5	Io	ek
26	18:34,3	Io	mk
27	15:53,8	Io	ek
	17:13,7	Io	ák
	18: 8,4	Io	ev
	19:26,8	Io	áv
28	16:37,3	Io	fv
	17:21,1	Europa	mk
30	17: 4,1	Europa	áv
	20:51,4	Ganymedes	mk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

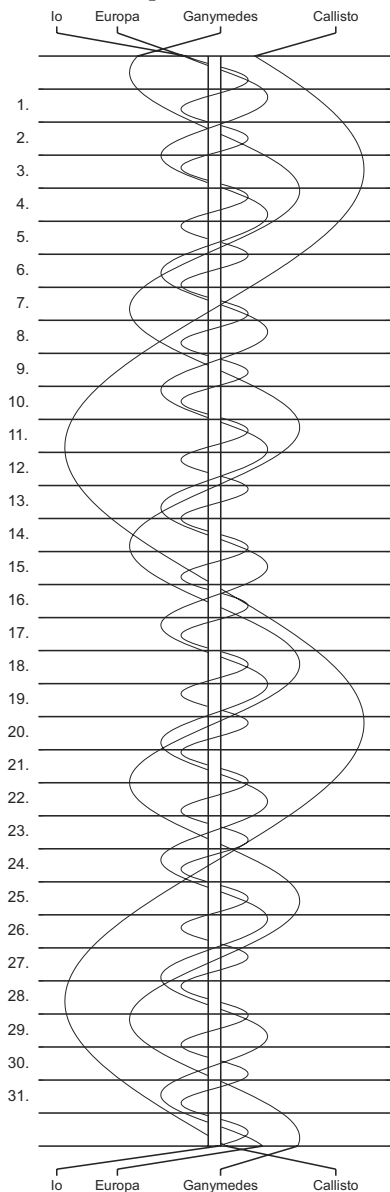
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

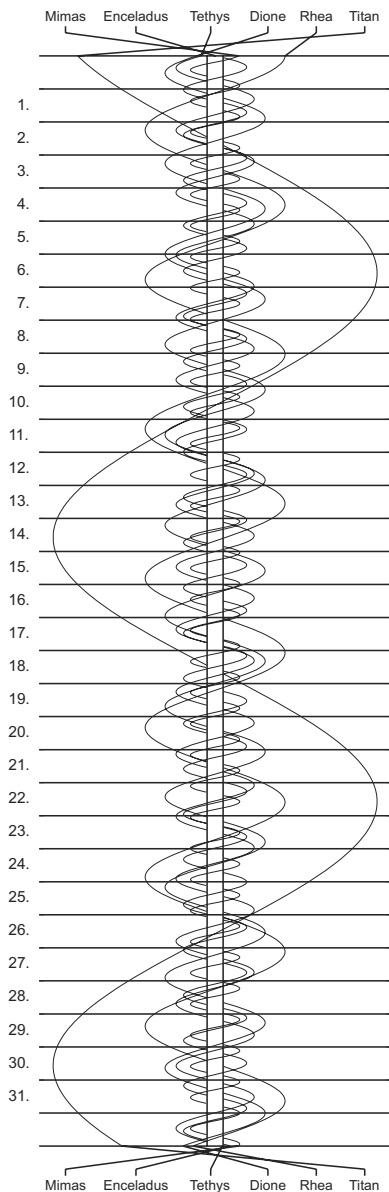
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

### Jupiter-holdak



### Szaturnusz-holdak



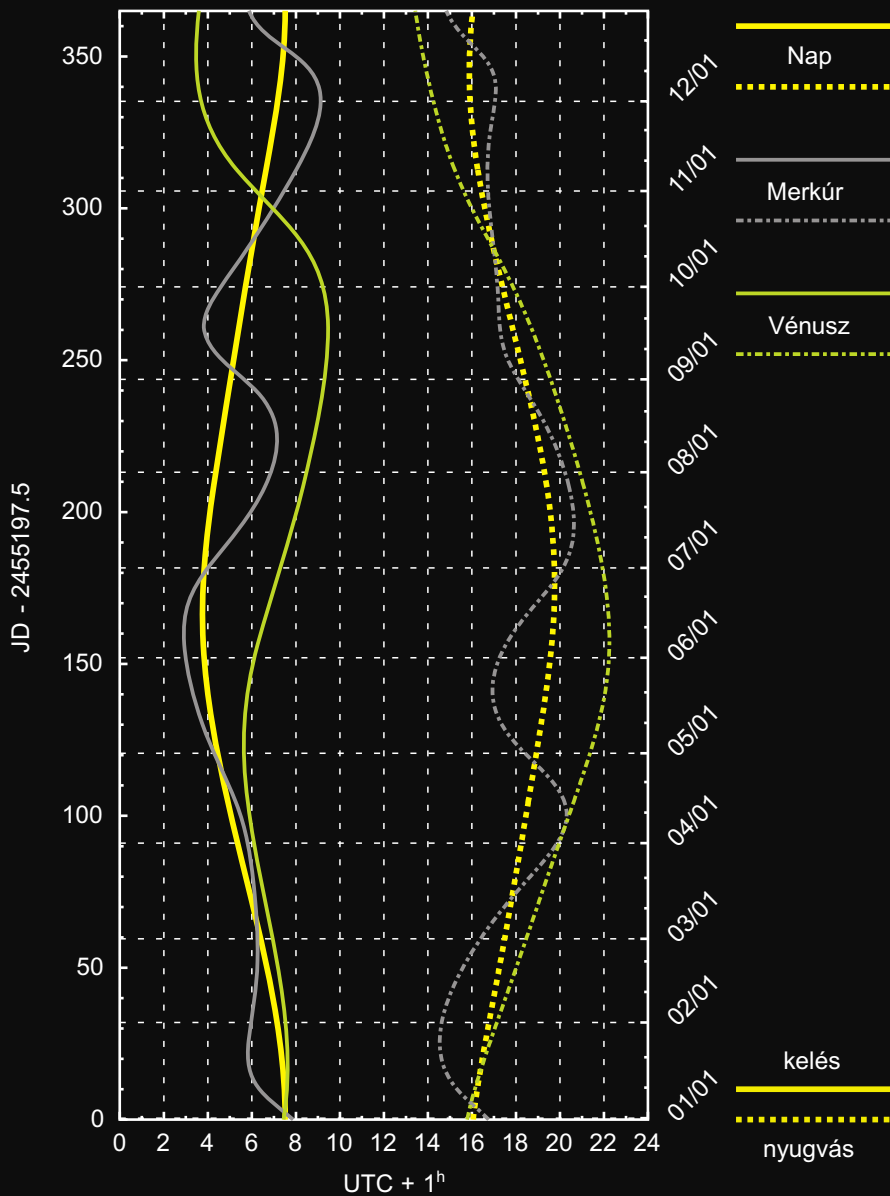
**Képmelléklet**

1. Az M81–82 galaxispárost ábrázoló felvételen látható finom ködfátyol Tejútrendszerünkhöz tartozik, a magas galaktikus szélességeken észlelhető, mindeddig kevésbé tanulmányozott objektum, úgynevezett galaktikus fluxusköd. Ezeket a ködöket nem egyetlen csillag, hanem Tejútrendszerünk sok-sok csillaga világítja meg. A csodálatos spirál az M81, méretben csak kicsit marad el tőle az M82 jelű galaxis. Az égterületet az Ursa Maior galaxiscsoport kisebb-nagyobb csillagvárosai töltik be, míg a háttérben jóval távolabbi galaxisokat is felfedezhetünk. A felvételt Éder Iván készítette 2009. április 25-én Ágasváron, 300/1200-as Newton-távcsővel, 3"-es Wynne-korrektorral (1130 mm fókuszt), átalakított Canon EOS 5D mark II fényképezőgéppel. A 44×5 perc expozíció ISO 800-as érzékenység mellett készült.
- 2–3. A bolygók kelését és nyugvását bemutató ábrapárosról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, továbbá a belső és a külső bolygók láthatósága (kelés, nyugvás, a Naptól való kitérés mértéke).
4. Éjszakai világító felhők (NLC-k) Berkó Ernő Ludányhalászból készült felvételén. 2009. július 13-án volt észlelhető az év legkomplexebb esti NLC-je. Másfél órán keresztül egyre alacsonyabban és egyre nyugatabbra tolódva volt észlelhető. A kép az utolsó szakaszból (22:35-kor) ad ízelítőt, amikor nagyon élénk színekben ragyogott a jelenség. Canon 350D + 18–55 mm objektív (55 mm-en), ISO 1600, 10 s expozíció.
5. A 2008-as év leglátványosabb égi jelenségét észlelhattuk december 1-jén kora este, amikor a Hold elfedte a Vénuszt. Bezák Tibor Győrből örököltette meg a jelenséget 254/1016-os Meade Schmidt–Newton-távcsővel és Canon EOS 400D fényképezőgéppel.

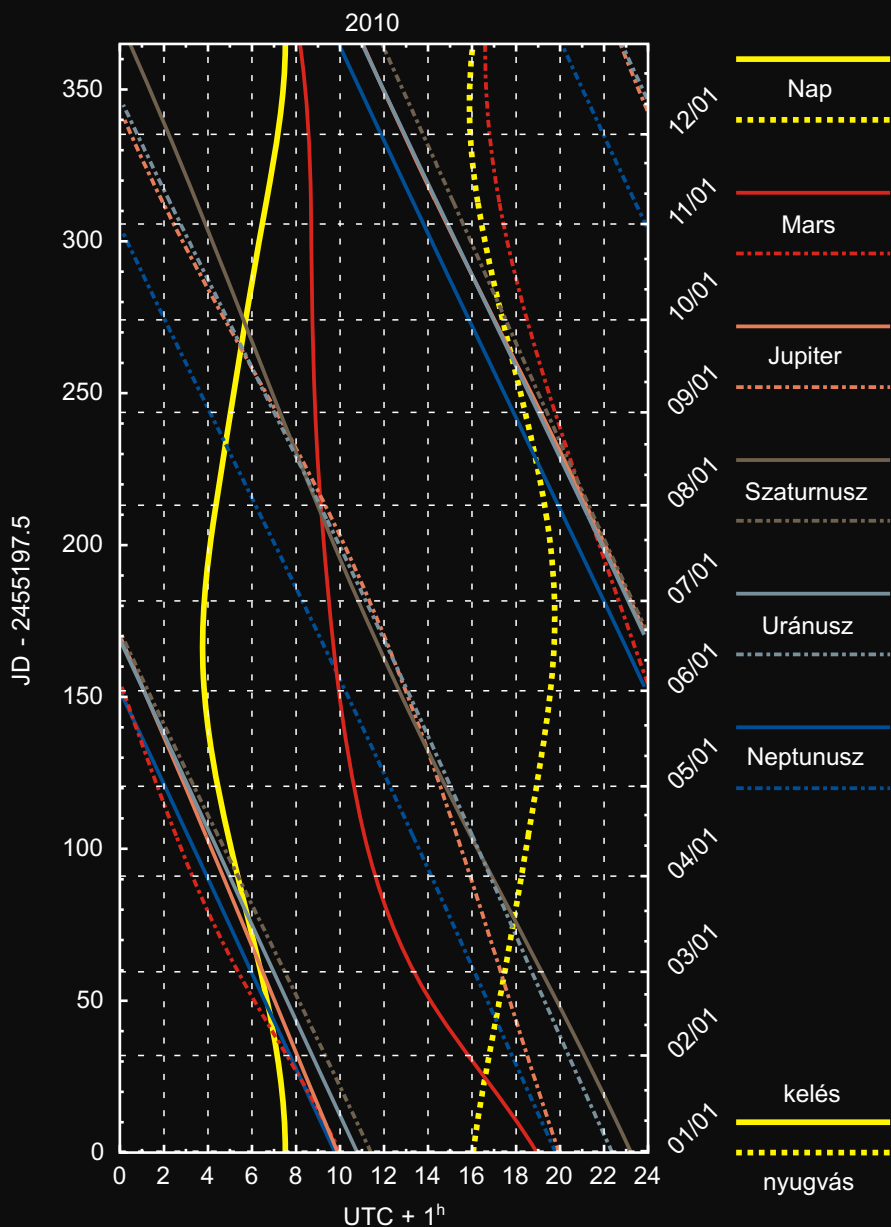


## Belső bolygók kelése és nyugvása

2010



## Külső bolygók kelése és nyugvása







## CIKKEK



# **SZÉKELY PÉTER**

## **Újdonságok kompakt objektumokról**

### **Egy fekete lyuk kitörésének maradványa a korai Univerzumból**

A NASA Chandra röntgen-obszervatóriuma egy kozmikus „szellemet” talált egy távoli, nagy tömegű fekete lyuk körül. A HDF 130 jelű objektumra a Chandra Deep Field North felvételen találtak rá a kutatók, amely a röntgentartományban készült eddigi legnagyobb határfényességű megfigyelés. A mérés egyúttal a fiatal Világegyetem állapotába is bepillantást enged. A maradvány forrásának kora 10 milliárd év, vagyis 3 milliárd évvel az ősrobbanás után keletkezett, amikor nagy ütemben jöttek létre mind a galaxisok, mind a fekete lyukak.

A kutatók az objektumot a fekete lyuk egykori kitörése maradványának tartják. A kitörés során óriási mennyiségű energia szabadult fel, amit közel fénysebességgel haladó nagy energiájú részecskék szállítottak el hosszan elnyúló nyalábokban. Néhány évmillió elteltével az elektronok kisugározták energiájukat, így a kitörést jelző rádiójel elhalványult, és csupán a diffúz röntgenfénylés maradt meg. Mindazonáltal kisebb energiájú elektronok is képesek röntgensugárzást kiváltani úgy, hogy az ősrobbanás maradék háttérfotonjaival kölcsönhatnak. Az elektron-foton ütközés során az elektron képes annyi energiát átadni a fotonnak, hogy az röntgenfotonná váljék. Ez a folyamat még körülbelül 30 millió évig képes a röntgensugárzást fenntartani.

A HDF 130 az első megfigyelése a rádiónyalábok eloszlása után megmaradó röntgensugárzásnak. A kutatók számos hasonló röntgenemissziós forrást azonosítottak már korábban, de azokban az esetekben mindig megfigyelhető volt nagyléptékű rádiósugárzás is, ami több egymást követő kitörésre utal. A HDF 130 esetében viszont csak egy pontforrás volt a rádiótérképeken, ami egybeesett az optikai tartományban megfigyelhető nagy tömegű elliptikus galaxis képével. A rádióforrás egy növekvő, nagy tömegű fekete lyukra utal. Caitlin Casey, a Cambridge University kutatója szerint a röntgenégbolt tele lehet ehhez hasonló maradvánnyal, ugyanis a korai Univerzumban elméleteink szerint meglehetősen gyakoriak lehettek

a fekete lyukak nagyenergiájú kitörései. Egy ilyen kitörés hozzávetőleg egymilliárd szupernóva robbanásával volt egyenértékű, azaz nem elhanyagolható mértékben alakította a környező térséget, például a közeli gázfelhők felfűtésével. Még ha el is oszlott a kitörést jelző fényes rádióki-lövellés, és a röntgensugárzó maradvány is elenyészett, a robbanás során felszabaduló energia még évmilliárdokig hatással lehetett a fekete lyuk környezetére.

## **Óránként két földnyi anyagot nyel el a fekete lyuk**

Egy szupernagy tömegű fekete lyukba spirálózó anyag mindig annyira felhevül, hogy sugárzásának maximuma már a röntgentartományba esik. Az anyag behullása előtt tehát röntgensugarak világítják meg a környező anyagot, de egyúttal vissza is verődnek róluk. A visszavert fényben a behulló anyag atomjai által keltett egyedi színképvonalakat is megfigyelhetjük. Ezeknek a színképvonalaknak az alakja sokféle úton-módon torzulhat: hatással van rájuk a központi objektum körül keringő atomok sebessége, a fekete lyuk forgása és az az energia is, amely ahhoz szükséges, hogy a röntgensugárzás elszökkhessen a fekete lyuk gravitációs csapdájából.

Az Európai Űrügynökség XMM-Newton röntgen-űrtávcsövének detektorai az 1H0707-495 katalógusjelű aktív galaxist figyelték meg Andrew Fabian (University of Cambridge) és munkatársai. A kutatók a vas két, fényes emissziós vonalát rögzítették a visszavert röntgensugárzásban, ezeket együtt azelőtt még sohasem figyelték meg aktív galaxisban. A két (L és K jelű) emissziós vonal csak akkor lehet ennyire fényes, ha nagyon magas a vas gyakorisága, ami arra utal, hogy a galaxis magjában sokkal több van ebből az elemből, mint a csillagváros egyéb tartományaiban. A közvetlen röntgenemisszió elég fényes volt a megfigyelések teljes időtartama alatt, ráadásul az időben változtatta intenzitását. Az adatok aprólékos statisztikai elemzése arra vezetett, hogy van egy mintegy 30 másodperces „elcsúszás” a közvetlenül megfigyelt röntgensugárzás és az akkréciós korongról visszaverődött sugárzás beérkezése között. Ez a visszfénybeli késés lehetővé tette a kutatóknak, hogy meghatározhassák a reflektáló régió méretét. Ebből következtetni lehetett magának a fekete lyuknak a méretére is, ami hozzávetőleg 3 és 5 millió naptömeg között lehet. A vonalak megfigyelése alapján a fekete lyuk nagyon gyorsan forog, és az elméleti határhoz közeli sebességgel „habzsolja be” a környező anyagot:

óránként nagyjából két földtömegnyi anyagot kebelez be! Azonban a fogyasztási ütem közel sem állandó időben, a folyamatban minden bizonnyal jelentős szerepet játszó mágneses tér miatt ez az akkréció nem tartozik a stabil folyamatok közé.

## Kóbor fekete lyukak a Tejútrendszer peremén?

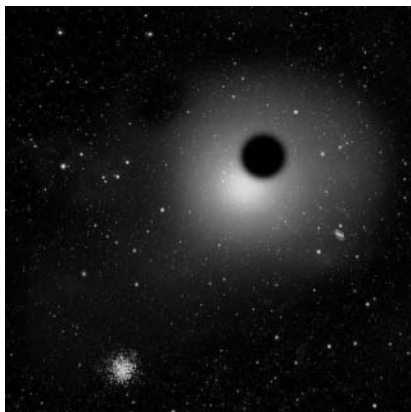
Sci-fi történetbe illő jelenet: magányos fekete lyukak vándorolnak a Galaxisban azzal fenyegetve, hogy bármit elnyeljenek, ami túlságosan közel merészkedik hozzájuk... A valóság azonban nem is áll messze ettől. Ryan O'Leary és Avi Loeb (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) számításai szerint a korai Univerzumból visszamaradt masszív objektumok százai bókálászhatnak szabadon csillagvárosunkban. Mindenesetre jó hír, hogy ezek a Földet nem veszélyeztetik, mivel a legközelebbi is fényévek ezreire lehet tőlünk.

Az elméletek szerint a kóbor, magányos fekete lyukak eredetileg parányi, kis tömegű galaxisok magjaiban helyezkedtek el. Ahogy az évmilliárdok során ezek a törpegalaxisok összeütköznek, kialakítva egy tekintélyes méretű, Tejútrendszerre hasonlító csillagszigetet, a központjukban található kompakt objektumok is egyesülnek. Az összeolvadás során azonban – a kibocsátott gravitációs sugárzás miatt – a létrejövő új objektum ki is lökődhet a tett helyszínéről. Sebessége elég nagy lehet ahhoz, hogy elhagyja a kis méretű gazdagalaxist, de nem elég ahhoz, hogy teljesen kikerüljön a galaktikus környezetből. Ennek eredményeképpen ilyen magányos fekete lyukak létezhetnek a Tejútrendszer halójának külső tartományaiiban is.

A számítások szerint kóbor fekete lyukak százai barangolhatnak a Tejútrendszer peremén, amelyek tömege egyenként ezertől százezer naptömegig terjedhet. Meglehetősen nehéz észrevenni egy ilyen magányos objektumot, hiszen a fekete lyuk csak akkor látszik, ha anyagot gyűjt maga köré, illetve éppen elnyeli azt. A különöc fekete lyukak felfedezésének egyik módja a körülöttük lévő csillaghalmaz azonosítása, amelynek csillagait a gazdagalaxisból való elszökésekor szakította ki a fekete lyuk. Mivel csak a legközelebbi csillagokat tudta magával rántani, ezért a körülötte lévő halmaz valószínűleg igen kompakt. Emiatt feltehetőleg csupán pontszerű forrásként látjuk, így csak az objektum színeképe árulkodhat a valódi természetéről, vagyis hogy a széles színekp vonalakat több csillag okozza. Emellett a fekete lyuk erős gravitációja miatt az egyedi csillagok halmazon belüli mozgása is nagy sebességgű lehet. O'Leary a fekete lyukat körülvevő csillaghalmazt egy ve-

szélyes zátonyt jelölő világítótoronyhoz hasonlította. A halmazok azonosítása nem túl bonyolult, a már létező égboltfelmérések adatait is érdemes lenne átfésülni a felderítésük érdekében.

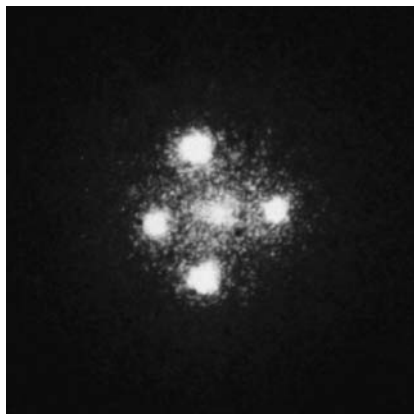
A galaxisunkban lévő magányos fekete lyukak száma attól függ, hogy a Tejútrendszer építőelemeként szolgáló protogalaxisok hány százaléka tartalmazott ilyen objektumot az összeolvadás előtt, illetve hogyan is történt ez az összeolvadás. Így ezek a maradvány fekete lyukak fontos információt nyújthatnak a Tejútrendszer kialakulásának részleteit illetően.



*Egy kóbor fekete lyuk a Tejútrendszer peremén – ahogy a művész elképzelte. (David A. Aguilar, CfA)*

## Az Einstein-kereszt – avagy egy szupernehéz fekete lyuk „élveboncolása” természet adta nagyítóval

A gravitációs lencse-hatást még a múlt század elején jósolta meg Albert Einstein, mint az általános relativitáselmélet következményét. Megfelelő geometriai elrendezés esetén egy távoli kvazár fényét egy közelebbi galaxis gravitációs tere elhajlítja, és fel is erősíti – ez a makrolencse-effektus. A galaxis egyedi csillagai teljesen hasonló elven mint másodlagos lencsék működnek. Ezt a jelenséget mikrolencse-effektusnak hívjuk. Mivel a csillagok mozognak a lencseként működő galaxisban a mikrolencse-hatás okozta nagyítás időben változik: a kvazár fényessége a Földről nézve egy átlagérték körül fluktuál. A mikrolencse-effektus által felnagyított tartomány hozzávetőleg néhány fénynap méretű, azaz körülbelül akkora, mint a kvazár tömegbefogási (akkréciós) korongja. A mikrolencse-effektus eltérő módon működik a korong különböző emissziós tartományaira, például a kisebb régiókat erőteljesebben nagyítja föl. Mivel a különböző részeknek eltérő színük (hőmérsékletük) van, a mikrolencsézés eredő hatása a kvazár képeinek színbeli változása is (természetesen a fényességváltozás mellett). Ezen apró változások több éven át tartó nyomon követése lehetővé teszi, hogy meghatározhassuk, hogyan oszlik el a kvazár belsejében rejtőzködő szupernagy tömegű fekete lyuk körül az anyag és az energia.



*Az Einstein-kereszt képe a VLT SINFONI adaptív optikás műszerrel. A középső folt a lencséző galaxis magja, míg a négy külső folt a távoli kvazár sokszorozott és nagyított képe. (ESO)*

A híres Einstein-kereszt (QSO 2237+0305) egy 10 milliárd fényévre lévő kvazár fénye többszörösen leképezve, köszönhetően egy tízszer közelebb lévő galaxis csillagainak. Az Európai Déli Observatórium (ESO) munkatársai három éven keresztül havi 3 alkalommal rögzítették a kvazár 4 lencsézett képének szín- és fényességváltozását. Alexander Eigenbrod, az adatokat elemző egyik kutató szerint ez a páratlan adatsor lehetővé tette annak kiderítését, hogy a legnagyobb energiájú sugárzást a szupernehéz fekete lyuk körüli egy fénynap átmérőjű tartomány bocsátja ki, valamint, hogy az energia a központi objektumtól mért távolsággal pontosan úgy csökken,

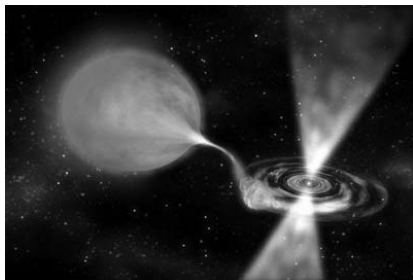
ahogyan az elméletek megjósolják. A makro-, illetve mikrolencse-hatásnak, valamint az ESO VLT távcsöveinek és berendezéseinek köszönhetően a csillagászok az ívmásodperc egymilliomod(!) részének megfelelő léptékben vizsgálódhattak. Ez megfelel egy átlagos pénzérme látszó szög-távolságának ötmillió kilométerről, azaz a Hold távolságának 13-szorosáról! Ez körülbelül ézerszer jobb érték a hagyományos technikákkal elérhetőeknél.

A kvazárok kialakulására és „táplálására” számos elméleti modell van, és mindegyik más és más hőmérsékleti eloszlást jósol. A jelenlegi megfigyelési eredményekkel választani lehet közülük, de természetesen még számos kérdés vár tisztázásra.

## Egy milliszekundumos pulzár születése

A pulzárok gyorsan forgó neutroncsillagok, ez utóbbiak pedig a nagy tömegű csillagok életének végén bekövetkező szupernóva-robbanások maradványaként keletkeznek. A pulzárok születésükkor „mindössze” néhány tucat fordulatot tesznek meg másodpercenként, a Földről szemlélve rádió- és röntgenterományban felfénylő kozmikus világítótornyyokként tűnnek fel. Idővel a pulzár forgása is lassul, ennek megfelelően rejtély, hogy számos öreg pulzárt ismerünk, amelyek sokkal gyorsabban forognak társaiknál.

Az egyik ilyen (J1023 katalógusjelű) pulzárt a hatalmas Green Bank-i (West Virginia, USA) rádióteleszkóppal 2007-ben fedezték fel, a kutatás azonban feltárta, hogy a rendszert korábban már többször is megörökítették. Legelőször 1998-ban az interferometrikus Very Large Array (VLA) rendszerrel, egy évre rá a Sloan Digitális Égboltfelmérés (SDSS) is rögzítette az akkor Nap típusú csillagnak tűnő objektum fényét. 2000-ben egy tömegbefogási (akkréciós) korongot figyeltek meg a rendszerben, de két évre rá a korong eltűnt, napjainkban pedig egy milliszekundumos pulzárt figyelhetünk meg a helyén. Mi is történhetett valójában?



*Fantáziarajz egy akkréciós korong által felpörgő pulzárőről (NASA/Dana Berry)*

Az elméletek szerint a milliszekundumos pulzárok kettőscsillagok, és egy anyagbefogási korongon keresztül a kísérő csillagukról érkező gázanyag pörgeti fel őket. Az akkréció során a rádiósugárzás nem jut ki a pulzárőről, viszont ha a gáz eltűnik a környékről, a periodikus rádiójelek megfigyelhetővé válnak. A leggyorsabb milliszekundumos pulzár másodpercenként 1112 fordulatot tesz meg, míg a most vizsgált rendszer „csupán” 592-t.

A milliszekundumos pulzárrá válás közbenső lépcsőfokai a kis tömegű röntgenkettősök, amelyekben tipikusan egy neutroncsillag és egy kis tömegű társ (a J1023 társa egy mindössze fél naptömegű csillag) helyezkedik el, ezek viszont nem bocsátanak ki rádióhullámokat. Anne Archibald (McGill University, Montreal, Kanada) szerint a kis tömegű röntgenkettősök a felpörgés állapotában vannak, majd ezt követően bocsátanak ki rádiósugárzást már pulzárokként. Úgy tűnik, hogy szinte egy „pillanat” alatt lezajlott az átmenet a két égitesttípus között, és ez magyarázhatja meg, hogy eddig miért nem figyeltünk meg milliszekundumos pulzár körül tömegbefogási korongot. A kutatók szerint ezért is válhat a J1023 a milliszekundumos pulzárok kutatásának Rosetta-kövévé.

## Új típusú aktív galaxisok

Az aktív galaxisok magja és annak környéke szokatlanul fényes, ami arra utal, hogy ott valamilyen folyamat részecskéket gyorsít fel közel fénysebességre. Carl Seyfert 1943-ban választotta szét két osztályra az aktív



galaxisokat a bennük megfigyelt színeképvonalak szélessége alapján. Ma több osztályba soroljuk be ezeket az égitesteket, de mindegyik mögött ugyanaz az alapvető mechanizmus működik, csupán a Földről való rálátási szögünk különböző. Minden aktív galaxis centrumában egy hatalmas fekete lyuk található, amelynek tömege millió-milliárd naptömegben mérhető csupán, ráadásul épp „táplálkozik” is, azaz anyagot kebelez be a szomszédos tartományokból. Bár a folyamat pontos részleteit nem ismerjük, a fekete lyuk felé tartó anyag egy része nagy sebességgel ellenkező irányokban keskeny nyalábok formájában eltávozik a rendszerből (a legnagyobb luminozitású aktív galaxisokat, a blazárokat éppen a részecske-nyaláb felől látjuk).

Luigi Foschini (Brera Observatory INAF, Merate, Olaszország) és kutatócsapata keskeny színeképvonalakat talált az 5,5 milliárd fényévre, a Sextans csillagképben lévő Seyfert I típusú, PMN J0948+0022 katalógusjelű aktív galaxisban, ami lassúbb gázmozgásra és a megfigyelhető részecske-nyaláb hiányára utalt. Azonban az ilyen keskeny vonalas Seyfert I galaxisok 90%-ától eltérően a PMN J0948+0022 erős és időben változó rádió-emissziót is mutatott, ami viszont a kilövellő nyalábok meglétét valószínűsítette. A nagy energiájú gammatartományban észlelő Fermi-űrtávcső LAT műszerét (Large Area Telescope) használva a kutatók gammasugárzást mutattak ki a galaxisban, ami eldöntötte a nyalábok kérdését, mivel ez a nagy sebességekre történő részecskegyorsítás egyértelmű jele. A számítások szerint az eddigi leggyorsabb nyalábot figyelték meg: a részecskék közel fénysebességgel lövellnek ki. Egyúttal az aktív galaxismagok új típusát is azonosították, ezt megelőzően csupán két osztályát ismertük a gammatartományban sugárzó aktív galaxisoknak: a blazárokat és a rádiógalaxisokat.

## Önszabályozó fekete lyukak?

A fekete lyukak tömege széles skálán változhat a milliárd naptömeget tartalmazótól a néhány (7–25) naptömegű „legkisebbekig”. Ez utóbbiak is képesek azonban arra, hogy a pulzárokhoz hasonlóan részecskék és különböző hullámhosszú sugárzás nagyenergiájú nyalábjaikat bocsássák ki, ezért mikrovázároknak is nevezik őket.

A GRS 1915+105 jelű mikrovázárt az elmúlt 10 évben követte nyomon egy kutatócsoport a NASA röntgentartományban észlelő Chandra űrtávcsövével. A rendszerben lévő fekete lyuk 14 naptömegű, és egy körülötte kialakult tömegbefogási korongon keresztül szippant át anyagot közeli

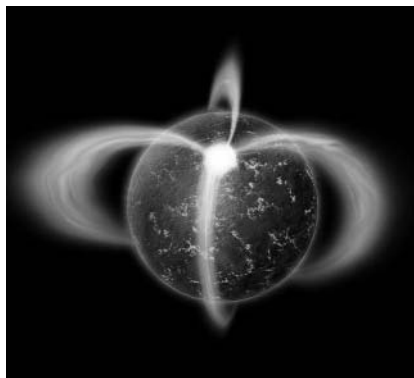
kísérőcsillagáról. A kutatók meglehetősen „szeszélyes” viselkedést tapasztaltak: 14 különböző minta szerint változott a fekete lyuk környezetéből származó jel néhány másodperctől néhány hónapig terjedő időskálán. A kutatók arra gyanakszanak, hogy ennek az oka az anyagbefogási korong és a GRS 1915+105 rendszerében megfigyelhető rádiójet közötti kapcsolatban keresendő, bár a helyzet még korántsem tisztázott. Az egyik elmélet szerint a kilövellések időről időre kihunynak, amikor a tömegbefogási korongról érkező heves és forró csillagszél mintegy lefojtja az anyagáramlást, így megfosztja a fekete lyukat az őt tápláló gázanyagtól. Ennek megfelelően a szél elültével a nyalábok ismét kialakulhatnak. Egyfajta kötélhúzást vív egymással a jet és a csillagszél, de nem értjük pontosan, hogy miért is kerekedik felül néha az egyik, máskor pedig a másik.

A megfigyelések arra utalnak, hogy a szél és a jet egyforma mennyiségű anyagtól fosztja meg a fekete lyukat, ezek szerint az objektum valamilyen módon befolyásolni tudja az akkréciós rátáját. Hasonló jelenség ismert a szupernagy tömegű fekete lyukak esetében, naptömegű égitesteknél azonban ez az első példa az önszabályozásra. A megfigyelés azért is érdekes, mert ezek szerint hasonlóan működnek a szélsőségesen különböző tömegű fekete lyukak is. A változások időtartama viszont a mérettel skálázódik: a GRS 1915+105-ben megfigyelt változás milliárd naptömegű fekete lyukak esetében csak 10 000 év alatt lenne kimutatható.

## Röntgenben pislákoló idős pulzár

A NASA Chandra röntgenobszervatóriumával felfedezett PSR J0108-1431 jelű pulzár 200 millió éves kora ellenére meglepően aktív a megfigyelt hullámhossztartományban, és mintegy tízszer idősebb a röntgenben villogó eddigi csúcstartónál. Érdekes tulajdonsága még, hogy nincs mellette társcsillag, ami segítette volna a felpörgésben, ráadásul 770 fényéves távolságával az egyik hozzánk legközelebbi ilyen objektum. Térbeli sebessége is jelentős, óránként több mint 700 000 kilométer.

A pulzárok az idő haladtával egyre jobban lassulnak, ahogy kisugározzák az energiájukat. Rádióhullámhosszakon végzett megfigyelések szerint ez az egyik legöregebb és leghalványabb példány kicsivel több, mint egy fordulatot tesz meg másodpercenként. A George Pavlov (Penn State University, USA) vezette kutatócsoport felfedezése alapján viszont sokkal fényesebb röntgenhullámhosszakon, mint az várható lenne egy ilyen öreg objektumtól. A hasonló objektumokhoz képest tehát sokkal hatékonyabb az energiakonverziója és kisugárzása rövidebb hullámhosszakon, noha a



*A PSR J0108-1431 fantáziarajza a mágneses erővonalak mentén spirálozó részecskékkel és a neutroncsillag mágneses pólusai körüli forró foltokkal (NASA/CXC/M. Weiss)*

pulzár közel van az elméleti „halál-vonalhoz”: ahhoz a tartományhoz, ahol a sugárzás mintegy kikapcsol, gyakorlatilag láthatatlanná téve a földi megfigyelők elől a pulzárt.

A csillagászok szerint a pulzárok röntgenemissziója két forrásból származik: egyrészt a mágneses mezejükben spirálozó részecskékből, másrészt a mágneses pólusaik körüli felhevített területekből. A kutatócsoport szerint ilyen nagy energiákon vizsgálódva további közeli pulzárokat is találhatunk, és ezek eltérő hullámhosszakon végzett vizsgálatai közelebb vezethetnek minket a neutroncsillagok hosszú távú fejlődésének megérté-

séhez, a hűlési folyamat részleteinek tisztázásához és a mágneses tér kialakulásával kapcsolatos kérdések megválaszolásához.

## NGC 3621: a hiányzó láncszem(ek)?

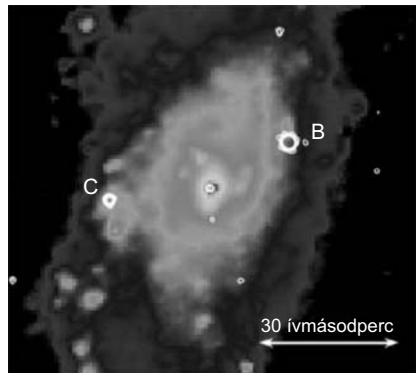
Amennyiben ismereteink helytállóak minden, idős csillagokból álló központi dudort (bulge) tartalmazó galaxis magjában nagy tömegű fekete lyuk található, amelynek mérete néhány milliótól néhány milliárd naptömegig terjed. A fiatal, dudor nélküli csillagvárosok közepében azonban nem találunk ilyen elképesztő tömegű kompakt objektumot. Ha viszont a fiatal galaxisokban közepes tömegű, növekvő fekete lyukakra lelnénk, akkor ez azt is jelentené, hogy megtaláltuk a csillagok összeomlásakor keletkező kis tömegű és a galaxisok centrumaiban rejtőzködő gigászok közti átmeneti objektumokat. A szupermasszív fekete lyukak fejlődésének megértéséhez a kulcs Karl Gebhardt (University of Texas) szerint a kisebb tömegű kompakt objektumok azonosítása lehet, mivel ez utóbbiak lehetnek azok a „magok”, amelyekből a nagyobb méretűek akkrécióval, összeolvadással kialakulhatnak.

Két független kutatócsoport az infravörösben észlelő Spitzer- és a röntgentartományban működő Chandra-űrtávcső adatait felhasználva arra a következtetésre jutott, hogy a Hydra csillagképben, tőlünk 22 millió fény-

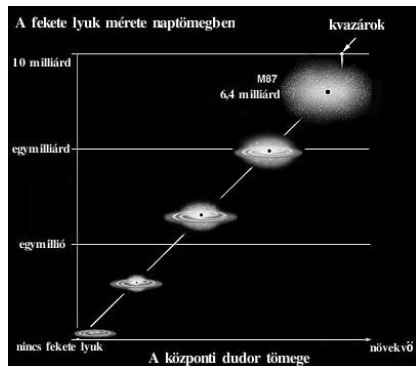
évre lévő NGC 3621 galaxis kiváló jelölt az ilyen átmeneti égitestek utáni kutatáshoz. A galaxis viszonylag fiatal, így nem túl sok galaktikus léptékű ütközésben vehetett részt. Erről tanúskodnak a központi dudor hiánya, valamint a még mindig sok gázt tartalmazó szabályos spirálkarok. (Az ütközések véletlen pályákra szórják a csillagokat, és összetömrítik a gázanyagot heves csillagkeletkezést okozva.)

A kimutatott röntgensugárzás arra utal, hogy a galaxis centrumában egy közepes tömegű, ámbar „nagy étvágyú” fekete lyuk található. Az objektum 20 000 naptömegnyi mérete éppen megfelel a hiányzó láncszemnek. A fekete lyuk tömegére az őt övező akkréciós korong több hullámhosszon mért luminozitásából lehet következtetni. Mivel a teljes energiaeloszlás nem felelt meg az elméleteknek, a kutatók feltételezték, hogy a kisebb energiájú röntgensugárzás elnyelődik a környező gázfelhőkben, ami viszont jelentős bizonytalanságot okozhat a tömegbecslésben.

John Kormendy (University of Texas) szerint a csillagok összeomlása után visszamaradt néhány naptömegnyi fekete lyukak nagy számban keletkezhetnek a korai Univerzumban. Ezek viszont összeolvadással, valamint irtózatossá váló gáz befogásával szupernagy tömegűvé nőhettek. Emellett persze közrejátszhatnak a galaxisok ütközései is, mivel ennek során a sűrű központi vidékek is egyesülhetnek. Ezt az elméletet támaszthatják alá a friss eredmények: az NGC 3621 magjában



A Spitzer- és a Chandra-űrtávcső adatait felhasználó kompozit ábra az NGC 3621 központi régióját mutatja. A galaxis centrumában rejlő fekete lyuk mellett két másik (C és B jelű) jelöltet is azonosítottak. A csillagváros távolságában 30 ívmásodperc 3200 fényévnél felel meg. (Mario Gliozzi, George Mason University)



A központi dudor és a centrális fekete lyuk tömegei közötti összefüggés (Tim Jones/UT-Austin, K. Cordes & S. Brown/STScI)

az NGC 3621 magjában

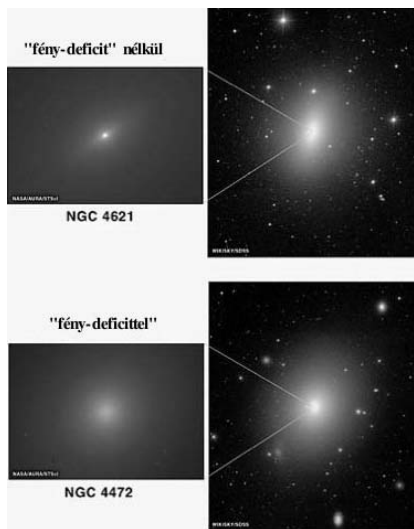
nem csak egy, hanem mindjárt három fekete lyukat is azonosítottak a kutatók. Ezek a röntgenforrások hozzávetőleg 1000 fényévre vannak egymástól, és valószínűleg mindhárman közepes tömegűek.

## „Kéz a kézben” fejlődtek a szupernagy tömegű fekete lyukak és galaxisaik

Közismert, hogy a galaxisok ütközések és összeolvadások során keletkeztek. A legnagyobbak akár egybillió, azaz ezer milliárd csillagot is tartalmazhatnak. A jelenlegi elméleteink szerint az ütköző csillagvárosok központi fekete lyukai egymás körül kezdenek keringeni, és igen erőteljes gravitációjukkal mintegy felkavarják a központi régiókat, nagyszámú csillagot hajítva ki a külső tartományokba, majd a kialakult kettős fekete

lyuk a frissen létrejött galaxis központjában foglalja el helyét, ahol a korábbi perturbációknak megfelelően immár viszonylag kevés csillag található. Ezt a tet-szetős elméletet mindeddig megfigyelés nem támasztotta alá.

John Kormendy (University of Texas) és Ralf Bender (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics és Ludwig Maximilians University Observatory) célja olyan galaxisok megfigyelése volt, amelyek mutatják a központi régiók ilyen elhalványodását, az úgynevezett fénydeficitet. A Hubble-űrtávcső és a McDonald Observatory 80 cm-es távcsövének adatait felhasználva a kutatópáros 11 Virgo-halmazbeli galaxist vizsgált. A fényességeloszlás meghatározásához megmérték az egyedi galaxisokban a centrumtól mért távolság függvényében a csillagok számát. Korábbi eredmények alapján a legnagyobb elliptikus galaxisok



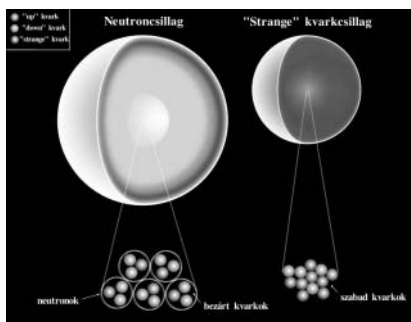
Az NGC 4621 és az NGC 4472 a Sloan Digitális Égboltfelmérés (jobb oldalon) és a Hubble-űrtávcső felvételein (balra). Az előbbi objektum magvidéke fényes, míg az utóbbi központja sokkal halványabb. Ez utóbbi csillagváros esetében az egymás körül keringő fekete lyukak szórhatták ki a csillagokat a belső régiókból. (NASA/AURA/STScI és WikiSky/SDSS)

tartalmazzák a legnagyobb fekete lyukakat (némelyikük tömege eléri az egymilliárd naptömeget is). Ilyen erős gravitáció mellett ésszerűnek tűnhet, hogy a központi kompakt objektum a galaxis összes csillagát egy kis méretű, de nagyon sűrű halmazba tömöríti. A fényességeloszlások alapján most ennek éppen az ellenkezőjét találták: a legnagyobb galaxisoknak nagy méretű, laza szerkezetű, alacsony sűrűségű centrumai vannak!

Összefüggést találtak a központi kompakt objektum és a centrumból hiányzó anyag mennyisége között is, ez utóbbi pedig szoros korrelációt mutatott a fekete lyukakhoz köthető másik fontos paraméterrel: azzal a sebességgel, amellyel a fekete lyuk gravitációját „nem érző”, távoli csillagok haladnak. Az eredmények arra utalnak, hogy a fekete lyukak jelentős hatással vannak a gazdagalaxisaik fejlődésére, legalábbis a központi vidékeket illetően. Kormendy szerint a fekete lyukak fejlődése így nem választható el a galaxisok fejlődésétől, a kettő szorosan összefügg egymással.

## A kvarkcsillagok a legsűrűbb objektumok az Univerzumban?

A legnagyobb luminozitású szupernóvák megfigyelési adatai arra utalnak, hogy robbanásukkor egy, a neutroncsillagoknál is különösebb égítést születhet. Az új típusú maradvány átmenetet jelenthet a körülbelül 1,6 és 2,7 naptömegű neutroncsillagok és az ennél nehezebb fekete lyukak között, sűrűsége pedig meghaladhatja a neutroncsillagok elképesztően nagy, köbcentiméterenként több száz millió tonnát magába préselő anyag sűrűségét is. A neutroncsillag gyakorlatilag egy néhány tucat kilométer átmérőjű atommaghoz hasonlítható, az új típusú objektumokban pedig még a neutronokat alkotó kvarkok is kiszabadulhatnak, illetve át is alakulhatnak (az „up” és „down” kvarkok „strange” kvarkká).



A két különös kompakt égítést egyszerű összehasonlítása

# SÓDORNÉ BOGNÁR ZSÓFIA

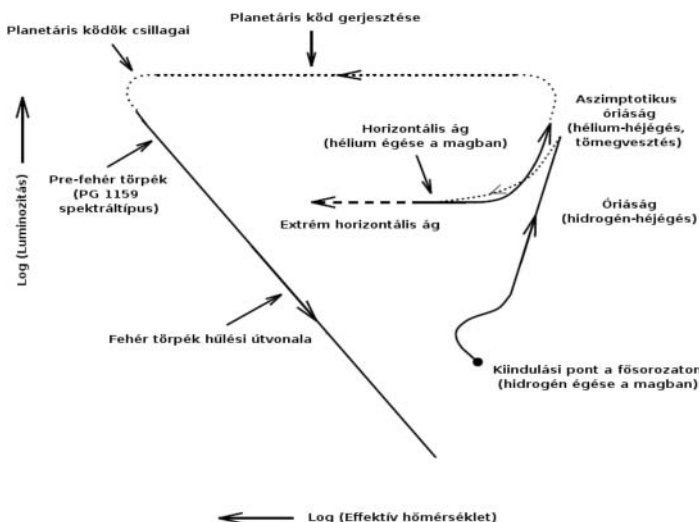
## A fehér törpecsillagok világa

A fehér törpecsillagokról lehetne írni nagyon röviden, például így: „a kis tömegű csillagok fejlődésének végállapotai, amelyek fokozatosan, egészen a fekete törpe állapotig hűlnek”, de könyveket is meg lehet tölteni a róluk szóló kutatási eredményekkel. Jelen nem túl rövid, de nem is hosszú ismertetőben szeretném az Olvasóhoz kicsit közelebb hozni a fehér törpecsillagok világát. Nem ismertetem a fehér törpék kutatásának minden részletét, inkább csak a fontos és érdekes eredményeket mutatom be. Kezdjük is az utazást, méghozzá nem az elején, hanem mindjárt a vége felé: hagyjuk el a főszorozatot!

### Készítsünk fehér törpét!

Elméleti számítások szerint a főszorozaton akár 10,5 naptömeg kezdőtömegű csillagok is fehér törpecsillaggá válhatnak. Ebből következik, hogy a csillagok körülbelül 98%-a egyszer fehér törpeként fejezi be az életét – köztük természetesen a Nap is. Nézzük, hogyan is zajlik ez a folyamat!

Egy csillag magjában, annak főszorozaton való tartózkodása folyamán fokozatosan csökken a hidrogén mennyisége, miközben a fúzió termékeként keletkező hélium nő. Amikor már nem áll rendelkezésre elegendő hidrogén a magban, az energiatermelés leáll a csillag belsejében, és a mag összehúzódik. Az eközben felszabaduló gravitációs potenciális energia hővé alakul, és a magasabb hőmérsékleten megindul a hidrogén fúziója a magot körülvevő hidrogénrétegben. A csillag burka felmelegszik és kitágul, és elkezdődik a bonyolult vándorlás a Hertzsprung–Russell-diagramon (HRD) – amit az 1. ábrán követhetünk nyomon. Először közel állandó fényesség, de csökkenő felszíni hőmérséklet mellett a csillag elhagyja a főszorozatot, majd egy igen hatékony energiaszállítási mód, a konvekció segítségével – amely a víz forrásához hasonló módon szállítja az energiát



1. ábra. Csillagfejlődés a Hertzsprung–Russell-diagramon a fősorozattól a fehér törpe állapotig (M. C. Marsh 1995 nyomán)

a magasabb hőmérsékletű belső részekről a felszín felé – a felszíni hőmérséklet csökkenése megáll. A csillag átmérője növekszik, a felszíni hőmérséklet immáron nem csökken, így a csillag fényessége nőni kezd. Ezzel megérkezett a vörös óriás állapotba. Ekkor tehát a csillag kisebb felszíni hőmérsékletű, fényesebb és sokkal nagyobb kiterjedésű, mint amikor elhagyta a fősorozatot.

A mag összehúzódásával egy idő után már elegendően magas lesz a hőmérséklet ahhoz, hogy a hélium fúziója is megindulhasson. Ez történhet fokozatosan (körülbelül 2 naptömeg fölötti csillagoknál), de robbanásszerűen, a termonukleáris folyamatok megszabadásával is (körülbelül 2 naptömeg alatt). Az új energiaforrás megjelenésével, a magban történő hélium „égetésével”, a csillag egy viszonylag stabil fejlődési fázisba ér, hasonlóan ahhoz, mint amikor a fősorozaton még a magbeli hidrogén fúziója adta az energiát. A hélium fúziója mellett a héjban történő „hidrogénégetés” szolgáltat további energiát, ekkor vannak a csillagok az úgynevezett horizontális ágon.

A héliumégetés kisebb energiahozamának és a nagy fényességnek köszönhetően a csillagok sokkal kevesebb időt töltenek el a HRD „héliumégető” részén, mint a fősorozaton. Amikor a rendelkezésre álló hélium



szénné és oxigénné alakult, a mag újra összehúzódik, a csillag burka kitágul, és újra a vörös óriáság felé tart a HRD-n. Az ebben a fejlődési fázisban lévő csillagok találhatók az aszimptotikus óriáságon. Van tehát egy szén- és oxigént tartalmazó, összehúzódó magunk, amit körülvesz egy közel tiszta héliumot tartalmazó és egy hidrogénben gazdag héj. Általában a hőmérséklet elég magas ahhoz, hogy magreakciók menjenek végbe a hidrogén- és héliumréteg alján. A hélium „égetése” is megszabadhat, ezt termális pulzusnak nevezik. Ebben a fejlődési fázisban jelentős tömegvesztés történik (például egy ilyen termális pulzus alatt, illetve csillagszéllel), és a csillag elveszíti külső burkának nagy részét. Az égitest gyorsan fejlődik közel állandó fényesség mellett egyre magasabb hőmérsékletek felé, és láthatóvá válik a csillag legbelső része. A mag sugárzása ionizálja a táguló héjat, ami korábban a csillag burka volt, ezt láthatjuk planetáris ködként. A viszonylag rövid életű köd középpontjában látható az újonnan keletkezett fehér törpecsillag, melynek fényessége még mindig közel akkora, mint a csillagé volt az aszimptotikus óriáságon, de a térfogata csak mintegy milliomod része annak.

A nagyobb tömegű csillagoknál, ahol a mag tömege eléri az 1–1,3 naptömeget, elméleti számítások szerint, beindulhat a szén égése is. Ekkor egy oxigén-neon magot tartalmazó fehér törpe keletkezik. Ehhez mintegy 7–9 naptömeg kell kezdőtömegként.

A legkisebb tömegű fehér törpék (körülbelül 0,5 naptömeg alatt) esetében pedig azt találták, hogy azok magjában korábban nem indulhatott meg a hélium égése (hélium magú fehér törpék). Ezeknél a csillagoknál feltételezhető, hogy szoros kettősrendszerben történő fejlődésük során veszítettek anyagukból, még mielőtt a belsejükben elkezdődhetett volna a hélium fúziója.

Ahogy a csillagban leállnak az energiatermelő folyamatok, megkezdí életének végső fázisát, melynek jellemzője a hűlés és az összehúzódás (kontrakció). Egy ilyen objektum felszíni hőmérséklete a csillagok között előforduló legmagasabbak között van (a legforróbbaknál akár 170 ezer K is lehet). A luminozitásuk is igen nagy, meghaladhatja az 1000 napluminozitást is, de mivel további nukleáris energiatermelésre már nem képesek, ezek az értékek csak csökkenni tudnak. A jellemző felszíni gravitációs gyorsulás értéke is igen nagy, ezért a fehér törpék összehúzódhatnak, amíg meg nem áll a kontrakció (ekkor egy csillagnál a felszíni gravitációs gyorsulás értéke már mintegy százezerszerese a Földön mértnek). A csillagok fejlődése ebben a fázisban gyors, közel félmillió év alatt felszíni hőmérsékletük a felére, luminozitásuk pedig 1 napluminozitás alá csökken.

A végeredményül kapott fehér törpecsillag szerkezetét vizsgálva az anyag egy érdekes állapotával találkozunk. A csillag összehúzódásának eredménye, hogy egy Napéhoz hasonló tömegű objektumot látunk egy lényegében Föld méretű testbe „préselve”. Annak magyarázatát, hogy ez hogyan lehetséges, a kvantummechanika adta meg. A fehér törpe belsejét ugyanis az úgynevezett elfajult állapotban lévő elektrongáz és egy nem elfajult, ionokból álló komponens alkotja. A csillag összehúzódásának megállítását és egy egyensúlyi állapot fenntartását a gravitációs erővel szemben ennek az elfajult elektrongáznak a nyomása biztosítja. Ezt az egyensúlyi állapotot azonban nem lehet akármilyen nagy tömegű csillagban fenntartani, körülbelül 1,4 naptömeg (a Chandrasekhar-határ) fölé kerülve a csillag összeomlik, és szupernóva-robbanás következik be.

A Chandrasekhar-határ ismeretében tehát van egy felső határunk a fehér törpék lehetséges tömegére. A megfigyelések egyébként azt az érdekes eredményt adták, hogy a sokféle lehetséges kiindulási tömeg ellenére az ismert fehér törpék tömege átlagosan 0,6–0,7 naptömeg között van, 0,5 naptömeg alatt és 0,8 naptömeg felett már sokkal kevesebb fehér törpét találunk. Ennek magyarázata valószínűleg az aszimptotikus óriáságon történő nagy tömegvesztésben keresendő, és azt mutatja, milyen fontos szerepe van a tömegvesztéssel járó folyamatoknak egy fehér törpévé váló csillag esetében.

Egy alternatív útvonal is kínálkozik még a fehér törpévé válás felé: az úgynevezett szubtörpe csillagokon keresztül. Ezeknek a csillagoknak nem elég nagy a tömegük ahhoz, hogy bennük héliumhéj-égés indulhasson be, így nem kerülhetnek az aszimptotikus óriáságra. Elhagyva a horizontális ágat, közel állandó fényesség mellett húzódnak össze, míg a magjukat alkotó anyag degenerált nem lesz, ekkor elérik a fehér törpe állapotot. Ezek a csillagok tehát átugorják a planetáris köd képződéséhez kapcsolódó fázist. A fehér törpék néhány százalékaának kialakulásáért lehetnek felelősek.

### Hogyan hűl egy fehér törpe?

A kialakult fehér törpék tömegének több mint 99%-a a magban koncentráldódik, ezt veszi körül egy 60–100 km vastag, nem degenerált gázból álló burok. Miközben a magban lévő elektrongáz biztosítja a megfelelő nyomást ahhoz, hogy a csillag ne roppanjon össze, az itt található ionkomponens adja azt a hőenergiát, amely lassan eltávozik a csillagból. Ahogy a mag hűl, az ionkomponens először folyékony, majd szilárd, kristályos halmazállapotot vesz fel. Végül a csillag eltűnik a szemünk elől, fekete törpévé válik.

A vékony gázburok a csillag körül egyfajta szigetelőként viselkedik, szabályozza a fehér törpe hűlését. Abban, hogy a csillag milyen gyorsan

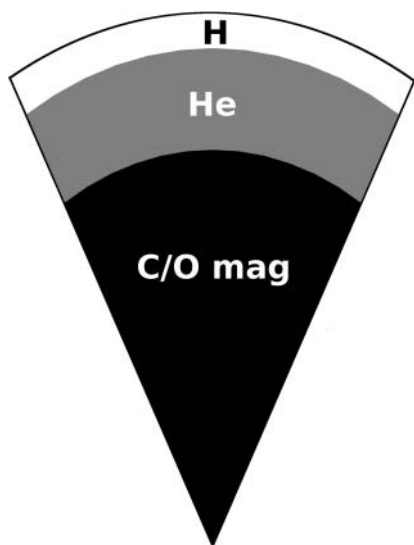
veszíti el a hőenergiáját, szerepet játszik még a légkör felépítése és kémiai összetétele, illetve a csillag mérete is. A kisebb sugarú és luminozitású, nagyobb tömegű csillagok lassabban hűlnek.

A fehér törpe állapot kezdetén jellemző gyors hőmérséklet-csökkenés után a hűlés lelassul. Egy átlagos tömegű fehér törpének mintegy 5 milliárd évre van szüksége ahhoz, hogy 50 ezer K-ról 5 ezer K-re hűljön.

## Fehér törpék állatkertje

Jelenleg mintegy 10 000 fehér törpét ismerünk, jelentős részüket a Sloan Digitális Égboltfelmérés (SDSS) során készített színeképek vizsgálatával fedezték fel. Észlelésüket megnehezíti, hogy kis méretükből adódóan halványak.

A fehér törpék különböző csoportokba sorolása, hasonlóan más csillagokéhoz, a színeképükben található jellegzetességeiken alapul. Lényegében azon, hogy a légkörükben mely elemek jelenléte mutatható ki a színeképek alapján.



2. ábra. Fehér törpecsillag belső szerkezete. Az egyes részek nem teljesen méretarányosan vannak ábrázolva, de a lényeges tulajdonságok leolvashatók: nagy méretű szén-oxigén mag, mely fölött vékony hélium- és (ha van) hidrogénréteg található.

A fehér törpék erős gravitációs vonzása következtében a nehezebb és könnyebb elemek általában egymásra rétegződve találhatók meg a csillag légkörében. A fehér törpék körülbelül 85%-a úgynevezett *DA típusú*, ahol a légkör külső rétegét hidrogén alkotja. Ahogy az korábban már szerepelt, a csillag tömegének mintegy 99%-át a mag adja, amely legtöbbször szén és oxigént tartalmaz. Ezt borítja be a vékony gázburok, amely héliumból és a DA csillagok esetében egy e fölött lévő hidrogénrétegből áll (lásd 2. ábra). A hidrogén tömege legfeljebb 0,01%-a a csillag teljes tömegének. DA csillagokat találhatunk a legforróbb és a leghűvösebb fehér törpék között is.

Hélium uralja a *DO* és *DB típusú* fehér törpék légkörét. A *DO típusú* a forróbb, 45 ezer K fölötti felszíni hőmérsékletű csillagok tartoz-

nak, a DB típusú csillagokat 30 ezer és 12 ezer K között találjuk. A két hőmérsékleti tartomány között csak néhány hélium légkörű fehér törpét ismerünk. Ennek a jelenségnek az oka még nem egészen tisztázott.

Az ismert fehér törpék néhány százalékát a fentebb említetteken kívüli „hibrid” típusokba tartozó csillagok alkotják (például a hidrogén vagy hélium légkör „szennyeződik” a másik elemmel), illetve olyan csillagok, melyeknek légkörében nehezebb elemek jelenléte (például szén, kalcium, vas) mutatható ki. Ezek jellemzően hűvös, 12 ezer K alatti csillagok. Ezek a „szennyeződések” vagy a légkör alsóbb rétegeiből konvekció útján kerültek a légkörbe, vagy akkrécióval a csillagközi anyagból, esetleg egy kísérőtől.

Felvetődik a kérdés, hogy van-e fejlődési kapcsolat a DA-DB-DO csillagok között? Lehetséges-e az, hogy amit most DO csillagnak látunk, a jövő csillagászai egyszer DA csillagként fogják katalogizálni? Úgy tűnik, hogy talán ez is lehetséges, de leginkább két fő fejlődési útvonalat lehet elkülöníteni. A DA csillagok légkörében maradt elegendő hidrogén a fősorozat utáni fejlődés nagy tömegvesztéssel járó folyamatai után is, hogy az a legkönnyebb elemként a légkör külső rétegét alkossa. Egy ilyen csillag hűlése során továbbra is DA csillag marad, de előfordulhat, hogy alacsony hőmérsékleten, amikor a konvekció jelentős lesz és nehezebb elemek jelennek meg a légkörben, egy nem-DA típusú csillagként látjuk. Egy hidrogénjét nagyrészt elvesztett, héliumban és/vagy szénben és oxigénben gazdag légkörű csillag egy másik útvonalat követve először DO csillagként, majd később DB csillagként tűnhet fel. Előfordulhat, hogy a csillag élete során a maradék hidrogénje felszínre kerül és egy ultravékony réteget képez (DA csillagot látunk), de aztán konvekcióval ez a hidrogén visszakerül a sokkal nagyobb tömegű héliumréteg alá, és megkapjuk a DB csillagot. Ez egy lehetséges magyarázat arra, hogy miért nem látunk 45 000 és 30 000 K között DB fehér törpéket. A lehetséges fejlődési útvonalak jobb megismerése és a különleges típusok létrejöttének magyarázata természetesen további elméleti és megfigyelési munkát kíván.

### **Mágneses fehér törpék**

Bár már viszonylag nagyszámú fehér törpecsillagot ismerünk, mégis kevés esetben sikerült eddig mágneses tér jelenlétét kimutatni (jelenleg mintegy 170 ilyen csillagról tudunk). Ennek oka lehet kiválasztási effektus: a relatíve kisebb térerősségek (körülbelül 1 millió gauss alatt!) kimutatásához szükséges spektropolarimetriai méréseket csak kevés fehér törpére végeztek eddig. Nagyobb mágneses térerősségek mérésére már spektroszkópiai úton, a csillagok színképvonalainak vizsgálatával is lehe-

tőségünk van. A sikeres mérések mintegy 6 nagyságrendet átfogó, körülbelül  $10^3$ – $10^9$  gauss mágneses térerősséget mutattak ki (összehasonlításképpen: a Nap felszínén az átlagos térerősség értéke néhány gauss; 1 gauss = 0,0001 tesla – a tesla az SI-rendszerbeli egység). Kisebb mintákon végzett statisztikai számítások azt mutatják, hogy a fehér törpék körülbelül 15%-ának mágneses térerőssége éri el az ezer gaussos szintet. A fehér törpék mágneses terének tanulmányozása azért is fontos, mert a fősorozati csillagelődöt korábban átjáró mágneses terek maradványai, ezért a csillagfejlődés egy korábbi állapotáról hordoznak információkat.

## Fehér törpecsillagok mint tesztobjektumok

A tudományos kutatások értelme, hogy szeretnénk a minket körülvevő világról minél többet megtudni. Kérdés, hogyan segíthetnek minket ebben a fehér törpék. A válasz röviden: többek között kiváló kozmikus laboratóriumok részecskefizikai ismereteink ellenőrzésére, gyarapítására; pontosíthatjuk velük a csillagok fejlődéséről eddig alkotott elméleteinket, mérhetjük az Univerzum tágulását, megismerhetjük a Galaxis életkorát. Ezeket a lehetőségeket fogom a továbbiakban röviden ismertetni.

### A fehér törpe mint laboratórium

A fehér törpék belsejét tanulmányozva olyan extrém nyomás- és hőmérsékleti viszonyok között vizsgálhatjuk az anyag viselkedését, amilyenre a legjobban felszerelt földi laboratóriumokban sincs lehetőség. Az, hogy hogyan képes stabil maradni egy csillag földnyi méret és Naphoz hasonló tömeg mellett, kiváló igazolását adja a kvantummechanikából ismert Pauli-elvnek és a Heisenberg-féle határozatlansági relációnak. A Chandrasekhar-határ meghatározásában szerepe van a fény véges sebességének, tehát a speciális relativitáselmélet egyik elemének ellenőrzésére is lehetőségünk van. Fehér törpecsillagok segítségével az általános relativitáselmélet által jósolt, erős gravitációs tér hatására (mint amilyen a csillagok esetében is van) bekövetkező gravitációs vöröseltolódás mérésére is mód kínálkozik (ilyenkor megnő a csillag által kibocsátott sugárzás hullámhossza). Ezzel a módszerrel egyébként fehér törpék tömegét is meg lehet határozni.

Amikor egy fehér törpe még elég magas hőmérsékletű (körülbelül 25 ezer K felett), a neutrínó-kisugárzás általi hűlése a meghatározó. Ezek az úgynevezett plazmon neutrínók a csillagok sűrű, magas hőmérsékletű magjában keletkeznek, és azonnal elhagyják a csillagot. Ha meg tudjuk

valahogyan határozni egy fehér törpe fejlődési ütemét (azt, hogy milyen gyorsan hűl), akkor egyúttal következtethetünk a neutrínó-keletkezési rátára, és így az elektromos kölcsönhatásról való ismereteink egy új-fajta tesztjére nyílik lehetőség. Ahogy egyébként a csillag tovább hűl, a mag neutrínókibocsátása a teljes energiavesztés egyre kisebb hányadáért lesz felelős (15 000 K-es felszíni hőmérsékletű állapothoz érve már csak mintegy 1%-áért). Ekkor a domináns, hűléséért felelős folyamatokat a fotonok által elvitt energia és a gázburokban fellépő konvekció jelentik.

### **Csillagfejlődési elméletek pontosítása**

Azokat a lépéseket, amelyek egy fősorozati csillag fehér törpévé válásához vezetnek, viszonylag jól ismerjük, de részleteiben még nem eléggé. Ha sikerülne fehér törpékre viszonylag pontosan meghatározni, hogy milyen vastag a hidrogén- és héliumréteg, és milyen a szén-oxigén magjuk felépítése, ezzel ellenőrizni és pontosítani lehetne a csillagfejlődésről jelenleg rendelkezésre álló elméleteket, különös tekintettel a nagy tömegvesztéssel járó, kevésbé értett folyamatokra. Szerencsére ismerünk „különleges” fehér törpéket, amelyek lehetővé teszik, hogy valamelyest bepillantást nyerhessünk a belsejükbe. Ezek a pulzáló fehér törpék, melyek vizsgálatáról a következő fejezetben részletesen szó lesz.

### **Az Univerzum jövőjéről – fehér törpékkel**

Talán már sokan hallottak az Olvasók közül a gyorsulva táguló Univerzum elméletéről, és arról, hogy e gyorsuló táguláshoz a Világegyetemnek valamilyen titokzatos, úgynevezett sötét energiát kellene tartalmaznia. Ez az elmélet is fehér törpék megfigyeléséből indult ki, egészen pontosan Ia típusú szupernóvákéból. Jelenlegi ismereteink szerint ugyanis Ia típusú szupernóva-robbanást akkor látunk, amikor egy fehér törpe szoros kettős tagjaként anyagátadás (akkréció) útján annyi anyaghoz jut a társcsillagtól, hogy a tömege meghaladja a Chandrasekhar-határt, és összeroppan egy termionukleáris robbanás kíséretében. Mivel ezek a robbanások így lényegében azonos tömegnél következnek be, és az összeomló csillagok is hasonló összetételűek, ezért azt várjuk, hogy az elért maximális fényességek is azonosak lesznek. Ezeket a robbanásokat a távoli galaxisokban is észlelni lehet, így az Ia típusú szupernóvákat mint azonos fényességű „standard gyertyákat”, a galaxisok távolságának meghatározására lehet használni. A különböző távolságokban lévő szupernóvák segítségével visszatekintve az időben következtetni lehet az őket tartalmazó tér, az Univerzum viselkedésére. Ezek a vizsgálatok utalnak az Univerzum gyorsulva tágulására. Az azonban időközben már kiderült, hogy ezek a robbanások

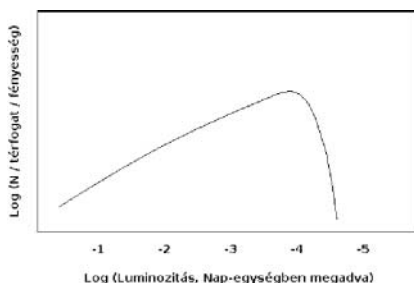
valójában nem is teljesen egyforma fényesek (l. Barcza Sz. cikkét a Meteor csillagászati évkönyv 2008. kötetében). További információkra van szükség a fehér törpék szerkezetéről, összetételéről, a robbanás mechanizmusáról ahhoz, hogy a szupernóvákra vonatkozó számításokat korrigálni lehessen, és az Ia típusúakat felhasználva állításokat tehessünk az Univerzum történetéről.

### A Galaxis életkora

A fehér törpecsillagok különösen alkalmas objektumok arra, hogy segítségükkel meghatározzuk a Galaxis különböző csillagpopulációinak korát. A csillagok döntő többségének fejlődési végállapotai, elég homogén csoport közel azonos tömeggel és felépítéssel, és fizikai szempontból a leírásuk elég egyszerű: a legtöbb ismert fehér törpének nincs erős mágneses tere, nem forognak nagy sebességgel és nem folyik már bennük energiatermelő folyamat sem. Tulajdonképpen egy hűlési problémát kell megoldani, amikor meg akarjuk mondani, milyen idős egy fehér törpe.

A fehér törpék kora és fényessége között először Leon Mestel brit asztrofizikus írt fel összefüggést 1952-ben. Noha az újabb modellekben már figyelembe vesznek olyan tényezőket is, mint például a kristályosodás és a konvekció hatása a hűlésre, Mestel viszonylag egyszerű fizikai modelljének felhasználásával is az újabb eredményekhez hasonló kort lehet kiszámítani a Galaxis korongjára.

A fehér törpék kezdeti forró állapotukat követően sokkal lassabban hűlnek, ezért ha feltételezzük, hogy egy adott térrészben közel állandó a keletkezési ütemük, sokkal több halványabb (alacsonyabb hőmérsékletű) fehér törpét fogunk találni, mint fényesebbet. Ezt mutatja a különböző fehér törpe



3. ábra. Fehér törpe luminozitási függvény sematikus ábrázolása. A fehér törpék száma nő egy adott térrészben a csökkenő luminozitással, majd egy pontnál ez a szám hirtelen csökkenni kezd.

mintákra elkészített úgynevezett luminozitási függvény (sematikus ábrázolása: 3. ábra), amely megadja a mintában szereplő fehér törpék számát a fényességük függvényében. Amit meg lehet figyelni, hogy a fehér törpék száma ugyan nő a csökkenő fényességgel, de egy adott pontnál ez a függvény hirtelen csökkenést mutat. Ha feltételezzük, hogy nem azért látjuk ezt, mert a megfigyeléseinkkel nem vagyunk képesek a halványabb csillagok megtalálására, akkor azt mondhatjuk, hogy egy-

szerűen nincsenek olyan idős fehér törpék, amelyek eléggé lehűlhettek volna ahhoz (körülbelül 4000 K alá), hogy ennél kisebb fényességet érjenek el. Így tehát a függvény levágási pontjából következtetni lehet az adott csillagokat tartalmazó populáció korára, felhasználva a fehér törpék fényességét a kor függvényében megadó modelleket. Ezzel a módszerrel a Galaxis korongjának korára körülbelül 9 milliárd év, a Galaxis halójára a benne található gömbhalmazok fehér törpeinek vizsgálatával pedig körülbelül 13 milliárd év adódik. Az értékek pontosításához és a hibahatárok csökkentéséhez minél több fehér törpéből álló minta vizsgálata és a modellek további finomítása szükséges.

## Egy különleges típus: a pulzáló fehér törpék

A csillagfejlődési elméletek pontosításánál már előkerült, hogy valamilyen módon be kellene pillantanunk a fehér törpék belsejébe. A fehér törpecsillagok alapvető paramétereinek (tömeg, hőmérséklet, a hidrogén- és héliumrétegek tömege, illetve a mag felépítése) meghatározására nyújtanak nekünk egyedülálló lehetőséget a pulzáló fehér törpék. Modellszámítások szerint ugyanis ezek a paraméterek befolyásolják elsősorban azt, hogy milyen pulzációs periódusok gerjesztődhetnek egy fehér törpében. Elsőként következzen egy rövid ismertetés arról, hogy miért, hogyan pulzálnak ezek a csillagok, és milyen csoportokat ismerünk a pulzáló fehér törpék között.

### Csillagrezgések fehér törpékben

Jelenleg három nagyobb csoportját ismerjük a pulzáló fehér törpéknek: GW Vir, V777 Her (DBV, azaz pulzáló DB) és ZZ Ceti (DAV, azaz pulzáló DA) csillagok. Az első pulzáló fehér törpét Arlo Landolt amerikai csillagász fedezte fel 1964-ben egy fotometriai megfigyelési program során véletlenül. A HL Tau 76 jelű DA csillagnál szabálytalannak látszó változásokat talált a fénygörbében, körülbelül 0,2 magnitúdós amplitúdóval és 12,5 perces periódusértékkel. A szabálytalan fénygörbe arra utal, hogy a csillag nemcsak egy, hanem több periódussal is pulzál (multiperiodikus). Ezt követően egyre több ilyen gyors fényességváltozást mutató fehér törpét fedeztek fel, és kizárták annak lehetőségét, hogy ezek kettős rendszerekben találhatók. Kérdés volt azonban, hogy mi a fizikai magyarázata ezeknek a változásoknak. Az 1970-es évek elején több kutató (Ganesar Channugam, Brian Warner és Edward Robinson) is egymástól függetlenül arra a következtetésre jutott, hogy a változások nemradiális g-módusú pulzáció eredményei.



A nemradiális pulzáció azt jelenti, hogy nem tisztán gömbszimmetrikus a csillag pulzációja, mivel horizontális irányba is elmozdulnak a csillagban a tömegelemek. A g-módusú pulzáció azt mutatja, hogy az egyensúlyi helyzetükből kimozdított tömegelemekre ható visszatérítő erő a gravitációs erő. Más pulzáló változócsillag-típusoknál (például cefeidák, RR Lyrae-k) p-módusú pulzációt figyelhetünk meg, itt a nyomás a visszatérítő erő. Elméletileg fehér törpékben gerjesztődhet p-módusú pulzáció is, de sokkal rövidebb, másodperces nagyságrendű periódusidővel, és kérdés, hogy ezek elég nagy amplitúdójú változást okoznak-e a felszínen ahhoz, hogy észlelhessük őket. Mindenesetre nagytávcsöves megfigyelésekkel próbálkozások történnek ezek kimutatására is.

Amellett, hogy tehát fény derült arra, miszerint a megtalált változó fehér törpék nemradiális g-módusú pulzátorok, a teljesebb kép kirakásához még szükség volt John T. McGraw, Robinson és R. Edward Nather szisztematikus megfigyeléseire is pulzáló fehér törpéről. Az ő munkájuk mutatott rá arra, hogy a Landolt által, illetve a nem sokkal utána felfedezett változók egy elég homogén, közel azonos hőmérsékletű (körülbelül 12 000 K) csillagokból álló csoport tagjai. Ezek a ZZ Ceti csillagok, az egyébként közönséges, de pulzáló DA fehér törpék. A csoport elnevezése érdekes módon nem az elsőként felfedezett tagról történt, a ZZ Ceti (R 548) ugyanis csak a második azonosított pulzáló DAV csillag.

Felvetődik a kérdés, hogy mi a gerjesztő mechanizmusa a megfigyelhető fényességváltozásoknak. Általánosságban elmondható, hogy a csillagok magasabb hőmérsékletű központi részéből a felszín felé történő energiaáramlás hatására bizonyos fizikai körülmények között önfenntartó rezgések gerjesztődhetnek a csillagok belsejében. Ennek eredménye a tömegelemek radiális, illetve horizontális irányú mozgása a csillagokban, ami hőmérséklet-változást hoz létre, amelyet a csillag fényességében bekövetkező változásként észlelhetünk. Egy nemradiális pulzátornál ezt úgy képzelhetjük el, hogy az elmozduló tömegelemek alacsonyabb és magasabb hőmérsékletű részek szabályos váltakozását hozzák létre a csillag felszínén (mint a 4. ábrán látható példa esetében), ezt látjuk a csillag összfényességének változásaként.

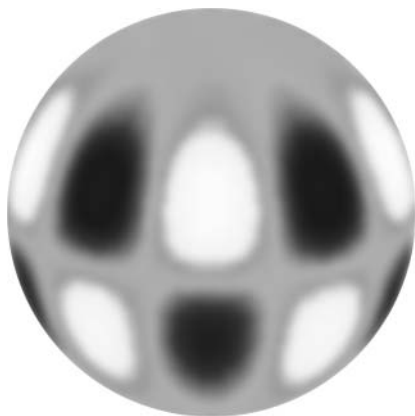
A ZZ Ceti csillagokban a rezgések gerjesztésének zónája a légkör külső részét alkotó hidrogénréteg olyan részéhez kapcsolódik, ahol a hidrogén egy része ionizált. A pulzáló DB csillagok létét mindezek ismeretében már elméletben megjósolták Donald Winget és munkatársai, majd 1982-ben publikálták is felfedezésüket az első DBV csillagról (ez a GD 358, azaz a csoport egyik elnevezését adó V777 Her csillag). A DBV csillagok jelenlétét 20 ezer K körül várták, feltételezve, hogy itt nem a hidrogén, hanem a légkörben domináns

hélium ionizációjához kapcsolódóan jön létre pulzáció, ehhez pedig magasabb hőmérséklet szükséges. További kutatások ugyanakkor azt mutatják, hogy a DAV és DBV csillagok esetében a konvekciónak is jelentős szerepe van a pulzáció gerjesztésében.

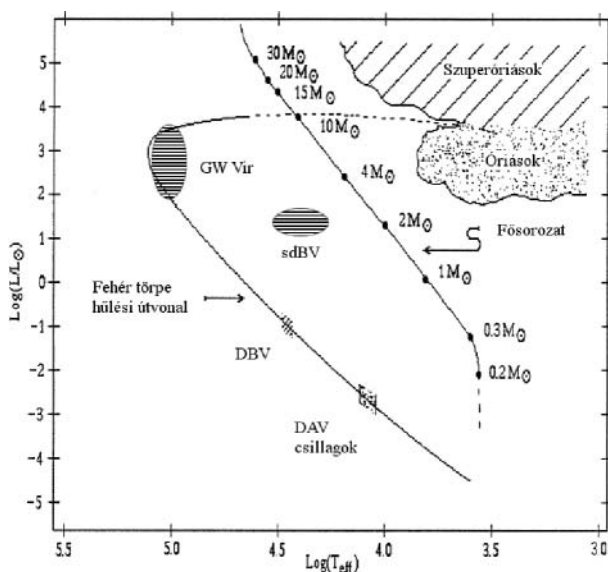
Időközben McGraw és munkatársai felfedezték, hogy a PG 1159-035 (GW Vir) csillag a ZZ Cetikhez hasonló pulzációt mutat, miközben a csillag sokkal forróbb a DAV pulzátoroknál (felszíni hőmérsékletének ma ismert értéke mintegy 140 ezer K). Arra a következtetésre jutottak, hogy valószínűleg a pulzáló fehér törpék egy

újabb csoportjának első képviselőjét találták meg, de valamilyen más fizikai mechanizmus lehet felelős a pulzáció kialakulásáért, mint a ZZ Cetiknél. Az azóta eltelt időben gyarapodott tudásunk megerősítette ezt a feltételezést. A GW Vir csillagok forró, gyorsan fejlődő csillagok, melyek csillagászati időskálán mérve még csak nemrég hagyták el az aszimptotikus óriáságot. Több képviselőjük körül még planetáris köd is látható. A GW Vir csillag prototípusa a PG 1159-es színképtípusnak is, amelyek forró korai fehér törpék hidrogénben szegény, héliumot, szenet és oxigént tartalmazó légkörrel. Szén és oxigén az aszimptotikus óriáságról való elfejlődésük során lejátszódó heves folyamatokban kerülhetett a légkörbe. A későbbiekben a nehezebb elemek gravitációs „leülepedésével” ezek a csillagok DO fehér törpékké válhatnak. A GW Vir típusba tartozó változócsillagokat két csoportba is szokták sorolni, ezek a DOV és PNNV (planetáris ködbeli változó) csillagok, azonban fizikai szempontból nem teljesen megalapozott ez a szétválasztás. A GW Vir csillagok magas felszíni hőmérsékletű, nagy felszíni gravitációs gyorsulású, hidrogénben szegény légkörű korai fehér törpék, melyek szintén nemradiális g-módusú pulzációt mutatnak. A pulzáció gerjesztéséért a légkörben található szén és oxigén egy részének ciklikus ionizációja felelős, amelyhez a GW Vir csillagoknál mért magas hőmérséklet szükséges.

Jelen cikk írásakor 18–18 GW Vir és DBV, illetve 126 DAV csillagot ismerünk (mind a Galaxis korongjában vannak). Spektroszkópiai mérések



4. ábra. Nemradiális pulzáció által létrehozott alacsonyabb és magasabb hőmérsékletű (sötétebb és világosabb) területek egy csillag felszínén



5. ábra. Pulzáló fehér törpe és szubtrörpe (sdBV) csillagok a Hertzsprung–Russell-diagramon (M. A. Wood 1990 nyomán)

szerint a következő hőmérséklet-tartományokban találjuk őket: GW Vir csillagok: 75 000–170 000 K, DBV változók: 22 000–29 000 K, DAV csillagok: 10 900–12 300 K. A HRD-n való elhelyezkedésüket az 5. ábra mutatja.

### Új változótípusok?

2007-ben Patrick Dufour és kollégái meglepő felfedezésről számoltak be: az SDSS adatbázisát felhasználva a 18 ezer és 23 ezer K közötti hőmérséklet-tartományban kilenc olyan fehér törpét fedeztek fel, amelyek légkörét elsősorban szén alkotja. Ezek a forró DQ típusú fehér törpék. Szén jelenlétét ugyan eddig is sikerült már kimutatni fehér törpék légkörében, de azokban az esetekben az egyébként főleg héliumot tartalmazó légkör „szennyeződött be” szénnel konvekció útján, és csak körülbelül 13 000 K-es hőmérséklet alatt (ez a DQ színképtípus jellegzetessége). Az elsősorban szenet tartalmazó légkörök felfedezése a csillagfejlődési elméletek számára is kihívást jelent, egyelőre nincs magyarázat arra, hogyan is alakulhatott ki ez a típus.

Egymástól függetlenül több kutató is megjósolta, hogy a forró DQ csillagok hőmérséklet-tartományában lehetséges a szén, illetve egyes

szerzők szerint a még meglévő hélium részleges ionizációjához kapcsolódóan g-módusú pulzáció gerjesztése. Az első ilyen pulzátor felfedezése nem sokat váratott magára. Michael Montgomery és munkatársai már 2008-ban publikálták felfedezésüket az SDSS J142625.71+575218.3 jelű forró DQ csillag fényességváltozásairól. A csillag a többi fehér törpe változóhoz hasonlóan multiperiodikusnak tűnik (domináns periódusa 418 másodperc), és nagy valószínűséggel nem kettős rendszer tagja. A színképét vizsgálva a pulzációhoz szükséges mennyiségű hélium jelenlétét is sikerült kimutatni, illetve fény derült arra is, hogy viszonylag erős a mágneses tere (körülbelül 1 millió gauss). Így ez a csillag lett az elsőként felfedezett olyan pulzáló fehér törpe, amelynek jelentős mágneses tere van. Hogy azt mondhassuk, ezzel egy új változótypus első tagját fedezték fel, nyilvánvalóan még legalább egy hasonló csillagot kellene találni, de remélhetőleg erre már nem sokat kell várunk.

A pulzáló fehér törpék egy másik lehetséges típusának létét jósolta meg Hiromoto Shibahashi 2007-ben. Modellszámításai alapján a 30 000 K körül található DA csillagokban is gerjesztődhet g-módusú pulzáció. Ez a hőmérséklet azért is érdekes, mert ahogy arról már korábban szó volt, körülbelül 45 ezer és 30 ezer K között hiány mutatkozik a héliumlégkörű fehér törpékben, ezek az új típusú pulzátorok pedig elvileg ennek az „űrnek” az alacsony hőmérsékletű határán találhatók. Donald Kurtz és munkatársai az új típus, a forró DAV csillagok keresésére indultak, majd szisztematikus észlelmunkájuk – pozitívnak tűnő – eredményét 2008-ban publikálták is. Hét csillagból álló mintájukban két olyan objektumot is találtak, amelyek szignifikánsnak tűnő fényességváltozást mutatnak (körülbelül 700, illetve 160 másodperces periódusokkal). Azt a szerzők is elismerik, hogy a kapott eredmények megerősítéséhez még jobb jel/zaj viszonyú megfigyelések szükségesek, de lényegében biztosak abban, hogy megvan az első két tagja az új csoportnak.

### **Pulzáció szoros kettős rendszerekben**

Jelenleg mintegy tucatnyi olyan DA pulzáló fehér törpét ismerünk, amelyek kataklizmikus változóknak találhatók. Ez arra utal, hogy a társ-csillag felől a fehér törpe felszínére történő anyagáramlás nincs jelentős hatással a pulzációt gerjesztő zónára. Az akkréció miatt megváltozik ugyan a csillag legkülső rétegének hőmérséklete és összetétele, de alatta a fehér törpe szerkezete hasonló marad egy kísérő nélküli csillagéhoz. A pulzáció megfigyelésével lehetőséget kapunk, hogy bepillantást nyerjünk ezen csillagok belsejébe, illetve megfigyelhetjük, milyen változást okozhat a pulzációban az akkréciós folyamat.

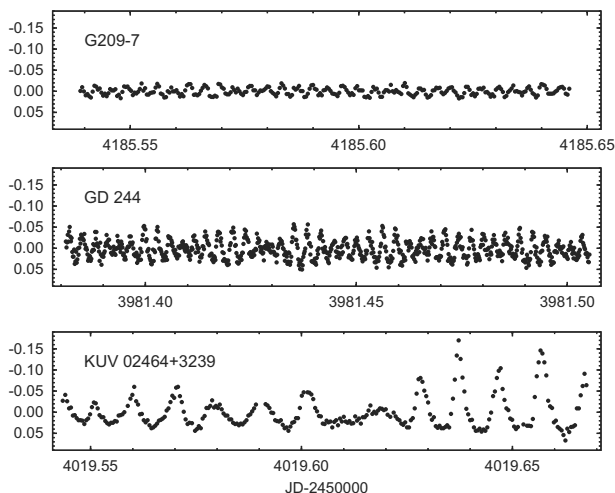
### A pulzációs periódusok értékei

A GW Vir csillagok pulzációs periódusai 400–3000 másodperc közöttiek. Érdekes azonban megfigyelni, hogy a planetáris ködben lévő változókhoz hosszabb periódusok tartoznak. Ez azzal lehet összefüggésben, hogy ahogy a csillagok fejlődnek, változnak a fizikai paramétereik is: csökken a hőmérsékletük, és ami még fontosabb, az átmérőjük is. Ez pedig hatással van a csillagban gerjesztődő pulzációra.

A DBV és DAV csillagok 100–1400 másodperc közötti periódussal pulzálnak. A ZZ Cetik esetében egy jól megfigyelhető trend van a csillagok pulzációs periódusa és a hőmérséklete között: a hűvösebbeknél hosszabb periódusokat mérünk, mint a forróbbaknál (ahogy azt a 6. ábra is mutatja), tehát éppen fordítva, mint a GW Vir csillagok fejlődésének esetében. A különbség magyarázata az lehet, hogy a ZZ Cetiknél a csillag összehúzódásával már lényegében nem kell számolni, és a hőmérséklet csökkenése okozza a változásokat.

A DBV csillagoknál nem tudunk ilyen egyértelmű trendet felfedezni, de ez a kevés ismert csillagnak és a spektroszkópiai úton meghatározott hőmérséklet-értékekben lévő nagyobb bizonytalanság következménye is lehet.

A DAV csillagok tanulmányozásakor azt is láthatjuk, hogy a hőmérséklet csökkenésével, ahogy haladunk a mindössze körülbelül 1000 fokal



6. ábra. Különböző hőmérsékletű DAV csillagok fénygörbéi (fentről lefelé: 11 950, 11 680 és 11 290 K). Jól látható, hogy a csökkenő hőmérséklettel hogyan nő a pulzációs periódus és amplitúdó.

tartományt átfogó DAV instabilitási sávban, a hosszabb pulzációs periódusokhoz nagyobb amplitúdó-értékek is tartoznak (a 6. ábrán ez is nyomon követhető). Később, az instabilitási sáv szélének elérése előtt ezek az amplitúdók ismét csökkenni kezdenek.

## Fehér törpék asztroszeizmológiája

Az, hogy milyen periódusú rezgések tudnak gerjesztődni egy csillag belsejében, az adott égitest belső szerkezetéről ad információkat. Ahogy a földrengések segítségével a Föld belső szerkezetét ismerhetjük meg, a csillagokban létrejövő rezgések észlelésével e távoli objektumok belsejébe pillanthatunk bele. Innen ered a csillagpulzáció segítségével történő vizsgálat elnevezése is: asztroszeizmológia. A különböző pulzációs frekvenciákhoz/periódusokhoz tartozó úgynevezett sajátmódusok a csillag belsejében különböző mélységig tudnak behatolni, mielőtt visszaverődnének. Az, hogy az egyes hullámok meddig jutnak el, olyan belső paraméterektől függ, mint a hőmérséklet, az anyagi összetétel, illetve a nyomás és a sűrűség. Több ilyen sajátmódus megfigyelésével a csillag belsejét tulajdonképpen le tudjuk tapogatni. Ha egy csillag pulzál, így egyedülálló lehetőséggel nyílik a belső szerkezetének vizsgálatára, mivel a belső régiókból lényegében máshogyan nem jut el információ hozzánk.

Az észlelt módusok segítségével két úton juthatunk el a csillag szerkezetének meghatározásáig. Az első módszer szerint a frekvenciaértékek ismeretében „építünk fel” egy modellcsillagot. Ennek kivitelezése korántsem egyszerű, és csak akkor van rá lehetőség, ha nagyszámú pulzációs módust ismerünk. A Nap esetében már milliós nagyságrendben találtak módusokat, így ezzel a módszerrel működő napmodellt sikerült felállítani. A másik módszer azon alapul, hogy van pulzáló csillagmodellünk, és összehasonlítjuk a modellből származó pulzációs módusokat a valódi mért értékekkel. A gyakorlatban ez úgy (is) történhet, hogy nagyon sokszor lefuttatjuk az adott csillagtípust modellező kódunkat, miközben változtatunk különböző bemeneti paramétereket, amelyek hatással vannak a végeredményül kiadott pulzációs frekvenciák értékeire. Változtathatjuk például a csillag tömegét, hőmérsékletét, a hidrogén- és héliumrétegek tömegét, a mag összetételét – fehér törpék-nél ezek a pulzációs periódusokat leginkább befolyásoló tényezők. A végeredmény egy úgynevezett modellrács (grid) lesz, az ebben lévő modellek közül kell kiválasztani azokat, amelyek a legkisebb eltéréssel adják vissza a mért periódusokat.

Felvetődhet a kérdés, hogy a pulzáló fehér törpék jól reprezentálják-e a fehér törpecsillagokat általában, vagy van-e esetükben valamilyen további tényező, ami a pulzáció gerjesztésében szerepet kap? A jó hír az, hogy a DAV csillagok esetében úgy tűnik, nincs: az, hogy egy DA csillag pulzálni kezd, természetes velejárója annak, hogy a hűlése során áthalad az adott felszíni gravitációs gyorsulás- és hőmérséklet-tartománnyal jellemzett úgynevezett ZZ Ceti instabilitási sávon. Erre abból lehet következtetni, hogy úgy látjuk, ez az instabilitási sáv mentes a nem pulzáló csillagoktól. (Emlékeztetőül: a DA csillagok adják az ismert fehér törpék több mint 80%-át.) A DBV csillagoknál már nem annyira egyértelmű ez a helyzet. Az instabilitási sávban úgy tűnik, vannak nem pulzáló csillagok is, de ez lehet annak a következménye is, hogy ezekre a csillagokra egyelőre nagyobb hibával ismertek a gravitációs gyorsulás- és hőmérsékletértékek (összehasonlítva a ZZ Cetikkel). A GW Vir instabilitási sávban is vannak nem pulzáló csillagok. Ez a sáv azonban jóval nagyobb tartományt fog át, és a pulzáció megléte vagy nem léte a csillagról csillagra változni látszó légköri összetétellel van összefüggésben (a leginkább szénben és oxigénben gazdag csillagok pulzálnak).

### **Észleljünk pulzáló fehér törpét! De hogyan?**

Ahhoz, hogy minél többet megtudhassunk egy kiválasztott pulzáló fehér törpéről, minél több és pontosabban meghatározott pulzációs módot kell találnunk. Ahhoz, hogy egy észlelt fénygörbéből megkapjuk a periódusértékeket, az első diagnosztikai eszköz az úgynevezett Fourier-transzformáció. Az eljárás alapja az, hogy a fénygörbében látható periodikus változásokat különböző amplitúdójú és frekvenciájú szinuszhullámok összegeként írjuk le. A gyakorlatban a fénygörbéből a megfelelő program segítségével előállítjuk a hozzá tartozó Fourier-spektrumot, ami az adat sorokban meglévő periodikus jeleket kisebb-nagyobb amplitúdójú csúcsok formájában mutatja meg. Azt, hogy az egyes jelek milyen frekvenciájú változáshoz tartoznak, a Fourier-spektrumok vízszintes tengelyéről lehet leolvasni, az amplitúdókat a függőleges tengely mutatja. Azt, hogy mennyire pontosak a méréseink és hány mérési pontunk van, a Fourier-spektrumok alap zajszintje mutatja meg, az adatsor hosszára pedig a csúcsok szélessége utal (a hosszabb adatsorokban keskenyebb, jobban meghatározható csúcsok vannak). Mivel az adatsorunk nem összefüggő (földi észleléseknél nappalok és éjszakák váltakoznak, felhők jöhetnek mérés közben, és az adatsor is tulajdonképpen különálló pontokból áll), kisebb-nagyobb amplitúdójú hamis csúcsok is megjelennek. Mindezekből az következik, hogy ha szeretnénk minél több (esetleg egymáshoz közeli) pulzációs frekvenciát találni, illetve a kis amplitúdójú pulzációs módusokat is meglátni a Fourier-spektrumban,

minél hosszabb és összefüggőbb adatsorokra van szükségünk. Azt is figyelembe kell vennünk, hogy a fehér törpék halványak és pulzációs periódusuk rövid (tehát sűrűn kell felvenni a mérési pontokat), így célszerűbb nagyobb távcsövekkel mérni.

A fehér törpék szeizmológiai vizsgálatában igen jelentős szerepe van a WET (Whole Earth Telescope) programnak. A WET alapítása Edward Nather és Donald Winget nevéhez fűződik, akik 1986-ban kezdtek ezzel a programmal foglalkozni a Texasi Egyetemen. Később a WET központja az Iowa Állami Egyetemre került, ahol Steve Kawaler vezette, jelenleg pedig a Mount Cuba obszervatórium ad otthont a WET-nek a Delaware Asztroszeizmológiai Kutatóközponton (DARC) keresztül, amit Judith Provencal irányít. A WET lényege, hogy évente 1–2 alkalommal 2–3 hetes kampányidőszakokban a világ különböző tájain lévő obszervatóriumokat (és azok lelkes kutatóit) koordinálja, miközben azok méréseket végeznek a kijelölt célpontokról, amelyek nagy része pulzáló fehér törpe. A cél a minél hosszabb és egybefüggőbb fotometriai adatsorok előállítása asztroszeizmológiai vizsgálatok céljából. A WET működése nélkül ma sokkal kevesebbet tudnánk a fehér törpecsillagokról.

### **Miről mesélnek még a módusok?**

Különböző szabályosságokra bukkanhatunk, amikor áttekintjük, milyen pulzációs frekvenciákat találtunk egy fehér törpénél. Egy-egy frekvenciatartományban szabályos, egyenközű hármas vagy ötös elrendeződését láthatjuk a pulzációs csúcsoknak (triplett- és kvintuplett-szerkezet). Ez a csillag forgásának jele, és a komponensek közötti távolság utal arra, milyen gyorsan forog a csillag. A fehér törpékre jellemző értékek naposórás időskálájúak. Ettől az egyenközű úgynevezett frekvencia-felhasadás-tól való eltérés differenciális rotációra utal a csillag belseje felé haladva, és/vagy mágneses mező jelenlétét jelezheti. A frekvenciaértékeket periódusértékekké átszámítva egyenlő periódus-távolságokat vehetünk észre, a periódusközök értéke pedig a csillag tömegéről ad információt.

Ahogy a fehér törpék fejlődnek, a pulzációs módusaikhoz tartozó periódusértékek is lassan megváltoznak (csökkennek vagy nőnek). A leggyorsabb változásokat a GW Vir csillagoknál várjuk. Ahhoz, hogy ilyen irányú vizsgálatokat végezhesünk – a fejlődési effektustól eltekintve – stabil amplitúdójú és frekvenciájú módust (módusokat) kell találnunk. Ez nem mindig könnyű feladat, mert különösen a planetáris ködbeli változók és a hidegebb DBV és DAV csillagoknál frekvencia-, illetve időnként elég jelentős amplitúdóváltozásoknak lehetünk szemtanúi (akár hetes időskálán). Ezek eredetére több elmélet is van, például okozhatják nemlineáris



pulzációs effektusok, a konvekció és a pulzáció, vagy közeli módusok kölcsönhatásai. A fejlődésből eredő periódusváltozások méréséhez nagyon fontos tényező a megbízható, hosszú (akár több évtizedre kiterjedő) adatsorok megléte. Az ilyen irányú erőfeszítéseket már néhány csillag esetében siker koronázta: a G 117-B15A jelű DAV változócsillagnál például elképesztően kicsi, 1 másodperc alatt  $10^{-15}$  másodperces periódus-növekedést is sikerült kimutatni!

Egy ilyen precíz „órát” felhasználva arra is lehetőség van, hogy az úgynevezett fény-idő effektus segítségével a csillag körüli bolygó jelenlétére is következtessünk. Ahogy ugyanis a csillag és a bolygó keringenek a közös tömegközéppontjuk körül, a csillagról érkező fotonok egyszer kicsit korábban, máskor kicsit később érnek el hozzánk, attól függően, hol van éppen a csillag. A gyakorlatban ezt úgy lehet kimutatni, hogy az egyébként nagyon pontosan ismétlődő pulzációs ciklusok maximumainak időpontjában periodikus eltérés mutatkozik a várt és a ténylegesen megfigyelt értékek között. Ezzel a módszerrel sikerült exobolygót felfedezni a V391 Peg jelű sdBV (pulzáló szubtörpe) csillag körül. A felfedezés különlegességét az adta, hogy ez a bolygó túlélte azt az időszakot, amikor a központi csillag vörös óriás állapotban volt. E jelentős eredmény elérését is nemzetközi összefogásban végzett megfigyelések tették lehetővé. A Roberto Silvotti által vezetett kutatócsoport tagja volt Paparó Margit, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének (MTA KTM CSKI) munkatársa is.

### Fehér törpék észlelése Magyarországon

Pulzáló fehér törpékkel foglalkozó kutatások Paparó Margit vezetésével folynak az MTA KTM CSKI-ben. Egy-egy kiválasztott csillag teljes észlelési szezonnal át tartó megfigyelése és asztroszeizmológiai vizsgálata a célunk, illetve aktív résztvevői vagyunk a WET-nek és kisebb nemzetközi megfigyelési kampányoknak. A cikkben látható fénygörbéket az MTA KTM CSKI 1 m-es RCC távcsövével való megfigyeléseink során kaptuk.

### Irodalom (Angol nyelven):

*Fehér törpékről általában:*

- B. M. S. Hansen, J. Liebert: „Cool White Dwarfs”, 2003, Annual Rev. of Astron. & Astrophys., 41, 465–515. (összefoglaló cikk)
- I. Iben, C. Ritossa, E. Garcia-Berro: „On the Evolution of Stars That Form Electron-degenerate Cores Processed by Carbon Burning. IV. Outward Mixing during the Second Dredge-up Phase and Other Properties of a  $10.5 M_{\text{sun}}$  Model Star”, 1997, The Astrophysical Journal, 489, 772–790.

- S. O. Kepler, S. J. Kleinman, A. Nitta, D. Koester, B. G. Castanheira, O. Giovannini, A. F. M. Costa, L. Althaus: „White dwarf mass distribution in the SDSS”, 2007, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 375, 1315–1324.
- I. N. Reid: „White Dwarf Masses-Gravitational Redshifts Revisited”, 1996, The Astrophysical Journal, 111, 2000–2016.
- J. S. Drilling, D. Schönberner: „On the progenitors of white dwarfs”, 1985, Astronomy & Astrophysics, 146, L23–24.
- I. Iben, A. Renzini: „Asymptotic giant branch evolution and beyond”, 1983, Annual Review of Astronomy & Astrophysics, 21, 271–342.
- T. R. Marsh, V. S. Dhillon, S. R. Duck: „Low-Mass White Dwarfs Need Friends – Five New Double-Degenerate Close Binary Stars”, 1995, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 275, 828–840.
- K. Werner, N. J. Hammer, T. Nagel, T. Rauch, S. Dreizler: „On Possible Oxygen/Neon White Dwarfs: H1504+65 and the White Dwarf Donors in Ultracompact X-ray Binaries”, 2005, ASP Conference Series, 334, 165–170.
- D. E. Winget, D. J. Sullivan, T. S. Metcalfe, S. D. Kawaler, M. H. Montgomery: „A Strong Test of Electroweak Theory Using Pulsating DB White Dwarf Stars as Plasmion Neutrino Detectors”, 2004, The Astrophysical Journal, 602, L109–112.
- D. J. Eisenstein, J. Liebert, H. C. Harris, S. J. Kleinman, A. Nitta, N. Silvestri, S. A. Anderson, J. C. Barentine, H. J. Brewington, J. Brinkmann, M. Harvanek, J. Krzesinski, E. H. Neilsen, D. Long, D. P. Schneider, S. A. Snedden: „A Catalog of Spectroscopically Confirmed White Dwarfs from the Sloan Digital Sky Survey Data Release 4”, 2006, The Astrophysical Journal Supplement Series, 167, 40–58.
- P. Dufour, G. Fontaine, J. Liebert, K. Williams, D. K. Lai: „SDSS J142625.71+575218.3: The First Pulsating White Dwarf with a Large Detectable Magnetic Field”, 2008, The Astrophysical Journal, 683, L167–170.
- S. Jordan, R. Aznar Cuadrado, R. Napiwotzki, H. M. Schmid, and S. K. Solanki: „The fraction of DA white dwarfs with kilo-Gauss magnetic fields”, 2007, Astronomy and Astrophysics, 462, 1097–1101.
- A. Kawka, S. Vennes, G. D. Schmidt, D. T. Wickramasinghe, R. Koch: „Spectropolarimetric Survey of Hydrogen-rich White Dwarf Stars”, 2007, The Astrophysical Journal, 654, 499–520.

#### *Pulzáló fehér törpék:*

- G. Fontaine, P. Brassard: „The Pulsating White Dwarf Stars”, 2008, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 120, 1043–1096. (összefoglaló cikk)
- G. Handler: „Temporal instabilities in the variations of pulsating white dwarf”, 2003, Astronomical Society of the Pacific Conference Series, 292, 247–254.
- S. D. Kawaler: „Pulsating White Dwarf Stars”, 2000, NATO Science Series, 544, 511. (összefoglaló cikk)
- S. O. Kepler, J. E. S. Costa, B. G. Castanheira, D. E. Winget, F. Mullally, R. E. Nather, M. Kilic, T. von Hippel, A. S. Mukadam, D. J. Sullivan: „Measuring the Evolution of the Most Stable Optical Clock G 117-B15A”, 2005, The Astrophysical Journal, 634, 1311–1318.
- D. E. Winget, S. O. Kepler: „Pulsating White Dwarf Stars and Precision Asteroseismology”, 2008, Annual Review of Astronomy & Astrophysics, 46, 157–199. (összefoglaló cikk)

- D. W. Kurtz, H. Shibahashi, V. S. Dhillon, T. R. Marsh, S. P. Littlefair: „A search for a new class of pulsating DA white dwarf stars in the DB gap”, 2008, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 389, 1771–1779.
- M. H. Montgomery, K. A. Williams, D. E. Winget, P. Dufour, S. DeGennaro, J. Liebert: SDSS J142625.71+575218.3: „A Prototype for a New Class of Variable White Dwarf”, 2008, *The Astrophysical Journal*, 678, L51–54.
- A. S. Mukadam, B. T. Gansicke, P. Szkody, A. Aungwerojwit, S. B. Howell, O. J. Fraser, N. M. Silvestri: „Discovery of Two New Accreting Pulsating White Dwarf Stars”, 2007, *The Astrophysical Journal*, 667, 433–441.

**Internetes források:**

- White Dwarf Research Corporation: <http://www.whitedwarf.org> (ugyanitt letölthető PhD és szakdolgozatok fehér törpékről: <http://whitedwarf.org/research/archive/index.html>)
- Delaware Asteroseismic Research Center/Whole Earth Telescope: <http://www.physics.udel.edu/darc/index.html>

# SZABÓ M. GYULA

## A kozmikus távolságlétra – távolságmérés a csillagászatban

A csillagászat legfontosabb megfigyelhető paramétereinek nagy része távolságfüggő: egy-egy objektum luminozitása, mérete, sajátmozgása alapján kiszámított térbeli mozgása tipikusan ilyen mennyiségek. Ezen túl a távolságmérésnek közvetlen kozmológiai jelentősége is van, és közvetlenül kapcsolódik az Univerzum szerkezetéhez. Jól illusztrálják ezt például a távoli szupernóvák azon megfigyelései, amelyek alapján az Univerzumban jelen levő nagy mennyiségű sötét energiára következtetnek.

A kozmológiai távolságmérést közeli objektumokon kell kalibrálni, majd innen léphetünk a távolabbi objektumok, nagyobb hatótávolságú módszerek felé. A kozmológiai távolságmérés a saját Galaxisunkban belül alkalmazott módszereken alapul. A kozmológiai módszerek „standard gyertyáit” előbb a Virgo halmazban, és még előbb a Lokális csoportban kell fölismerni; meg kell határozni például változócsillagok periódus-fényesség relációit a Tejútrendszerben. Ehhez ismerni kell a kalibrálásra használt csillagok, csillaghalmazok távolságát, ehhez a legközelebbi csillagokat és halmazokat kell megmérni trigonometrikus parallaxissal. A trigonometrikus parallaxis végeredményben pedig a földpálya sugarának meghatározására vezet, mint minden távolságmérés alapjához. A kozmológiai távolságok annak a bonyolult felépítésű rendszernek a csúcán helyezkednek el, amit kozmikus távolságlétrának hívunk. Vázlatosan ezzel ismerkedünk meg az alábbiakban, a kisebb távolságoktól a legnagyobbak felé haladva.

### A csillagászati egység

A csillagászati egység meghatározása a távolságmérés alapja: ezen alapul a parszek pontos értéke km-ben. A Naprendszer méretét már az ókorban megpróbálták kísérletileg meghatározni, ennek híres példája Arisztarkhosz mérése.

1. táblázat. Átváltás a leggyakoribb csillagászati hosszúságegységek között.

	km	CSE	fényév	parszek
1 km	1	0,000 000 006 71	0,000 000 000 001 06	0,000 000 000 000 291
1 CSE	149 597 871	1	0,000 015 8	0,000 004 85
1 fényév	9 460 730 472 581	63 241	1	0,306 601
1 parszek	30 856 778 200 000	206 265	3,262	1

Arisztarkhosz (körülbelül Kr. e. 320 – körülbelül Kr. e. 250) különös egyéniség volt a korai természettudományban. Az ókori Hellaszban uralkodó babonás csillagvallással szemben azt állította, hogy a Nap izzó anyag, a Hold pedig egy kőrakás – ezért az istenkáromlásáért a korabeli szerzők (például Platón: Phaidon) céltáblája lett. Arisztarkhosz arra vállalkozott, hogy megmérje a Hold távolságát. Mérése azon alapult, hogy a Hold dichotómiájában, tehát amikor a terminátor pontosan kettévágja a holdkorongot, a Föld–Hold–Nap szög pontosan derékszög. Megmérve azt, hogy a Földről milyen szögtávolságra látszik ekkor a Nap és a Hold, megismertük háromszögünk két szögét, innen az oldalak aránya meghatározható. Arisztarkhosz szerint a Nap és a Hold iránya által bezárt szög ekkor 87 fok.

A gondolatmenet elvileg helyes, a szögmérés viszont nagyon pontatlan volt, és a valóságosnál 19-szer kisebb távolsághoz vezetett. Azonban ez is óriási távolságnak tűnt, és kitetszett belőle, hogy a Hold nagyobb a Peloponnészosz-félszigetnél, a Nap pedig nagyobb a Földnél is. Ezért Arisztarkhosz végül arra a következtetésre jutott, hogy a bolygók nem a Föld körül, hanem a nála nagyobb Nap körül keringenek. Heliocentrikus rendszerét azonban nem dolgozta ki, és az többé-kevésbé feledésbe merült.

A Nap távolságának meghatározásához szükség volt továbbá a Hold távolságának abszolút értékére. Ezt fogyatkozásokból határozta meg, a Föld árnyékkúpjának Holdhoz viszonyított méretéből: ezek szerint a Hold mérete mintegy negyede a Földének. Eratosztenész hamarosan (körülbelül Kr. e. 240-ben) elvégezte mérését a Föld méretére vonatkozóan, amiből már adódott a Hold távolsága, a háromszögeléssel meghatározott arányból pedig a Nap távolsága és mérete is.

Kr. e. 189. március 14-én Hellészpontoszon (é. sz. 41°) teljes napfogyatkozás volt, Alexandriában (é. sz. 31°) 5/6-odos fedettségű részleges fogyatkozás. Hipparkhosz ez alapján meg tudta határozni a Hold távolságát a Földtől. Szerinte a Hold átlagos átmérője 33'15'', tehát a Hold paralla-

xisa Hellészpontosz és Alexandria között  $6'40''$ . Megmérte azt is, hogy a Hold pályája elnyúlt, legkisebb látszó átmérője  $29'22''$ , a legnagyobb pedig  $33'31''$ . Hipparkhosz a fenti adatokból kiindulva úgy számította, hogy a Hold legkisebb távolsága 71 földszög, legnagyobb pedig 83, ami kiváló eredménynek nevezhető.

Hipparkhosz tehát a végtelenben lévő Naphoz viszonyította a Hold parallaxisát. Ptolemaiosz viszont fordítva járt el, eleve föltételezte, hogy a Hold 48 földszög távolságra van, a fogyatkozások megfigyelésével a Nap távolságát próbálta kiszámítani. Ez rosszabb módszer, mert kis bizonytalanság a Hold pozíciójában nagy hibát okoz a Nap távolságában, és mivel a Hold „bemenő távolsága” eleve rossz volt, az eredmény sem lehetett pontos. Ptolemaiosz szerint a Nap távolsága 1210 földszög. Ptolemaiosz ezekkel az adatokkal viszonylag pontosan ki tudta számítani a látszó égi mozgásokat. Noha Arisztarkhosz világmodellje egyszerűbb volt, Hipparkhosz adatai pedig pontosabbak, de ők nem számították ki a bolygómozgásokat – ezért egészen a középkorig Ptolemaiosz bonyolult (és hibás adatokon alapuló) rendszerét használták.

### A Mars parallaxisa

A csillagászati egység meghatározása felé a távcsöves megfigyelések korszakában tettük meg a következő jelentős lépést. Kepler harmadik törvénye megmutatta, hogy a bolygópályák mérete milyen arányokat követ a Naprendszerben, így lehetővé vált a csillagászati egység meghatározása azáltal, hogy egy közeli bolygót, például a Marsot, oppozícióban megfigyelve meghatározzuk a Mars és a Föld pillanatnyi távolságát.

Cassini expedíciót szervezett a Mars 1672-es oppozíciójának mérésére. Ő Párizsból észlelt, Flamsteed Londonból, míg Jean Richer Cayenne-ba utazott. A Mars sajátmozgása alapján az európai megfigyelők bonyolult számítással  $25''$  értéket kaptak a Mars (földi) parallaxisára, következésképpen maximum  $10''$ -et a Nap (földi) parallaxisára. A Nap távolsága ezzel 21 600 földszögnek adódott (138 millió km), ami megdöbbentően nagynek tűnt akkor. Richer hazaérkezése után az asztrometriai parallaxis ugyanezt az értéket erősítette meg ( $9,5''$ ).

### A Vénusz átvonulása

Halley szerint a Vénusz-átvonulások mérése ennél is pontosabb eredményt szolgáltat, hiszen a Vénusz parallaxisa jóval pontosabban meghatározható, ha számos megfigyelő pontosan méri a kontaktusok időadatait. E számítás alapján az 1761 és 1769-es átvonulások alkalmával sokan figyelték a jelenséget, és bár a kívánt pontosságot nem érték el, a Nap paralla-

xisát  $8''$  és  $9''$  közöttinek állapították meg. 1822-ben Encke újrászámította a parallaxist, így  $8,57''$ -et kapott, amiből a Nap távolságára egészen pontos, a valódinál csak 2,6%-kal nagyobb érték adódik. Itt kell megemlíteni két magyar csillagászt, Hell Miksát és Sajnovics Jánost, akik vardői expedíciójukon a Vénusz átvonulásainak megfigyelésében is jelentős sikereket ért el, és a valóságot egyik leginkább megközelítő Föld–Nap távolságot határoztak meg. Sajnovics pedig, nem mellesleg, amatőr nyelvészként megállapította a lapp és magyar nyelv hasonlóságait, ma neve általában inkább nyelvészként közismert.

### Kisbolygók pályája

A kisbolygók közelítő pályáját számos földi megfigyelésből meg lehet határozni, ennek ismeretében a csillagászati egység kiszámítható. A nehézség az, hogy a pozíciókat nagy pontossággal kell meghatározni. A skót David Gill kisbolygók parallaxisát kezdte mérni (például Victoria, Sappho, Iris), amelyek segítségével a Nap parallaxisát  $8,8''$ -ben állapította meg. Ez 7 ezrelékre közelíti meg a pontos értéket.

Ezek a kisbolygók a Marsnál is messzebb voltak, így parallaxisukat nehezebb volt mérni. Ám az Eros 1898-as fölfedezése, és a kisbolygó közeli opozíciói lehetőséget adtak a pontosabb mérésekre. 1931-ben az Eros 29 millió km-re haladt el a Földtől; a számos megfigyelésből Spencer Jones 1941-ben  $8,79'' \pm 0,001''$  értéket közölt a Nap parallaxiséra. (Ez a ténylegestől a föltételezett hiba 4-szeresével, távolságban kifejezve mintegy 68 ezer km-rel kisebb).

### Radarmérések

A még nagyobb pontosságot radarmérésekkel sikerült elérni. 1961-ben orosz, 1962-ben amerikai, 1965-ben brit csillagászok kaptak visszhangot a Vénusz, Merkúr és Mars bolygókról. A módszer hátránya, hogy a Jupiter-től távolabb nem lehet elég erős visszhangot kapni, ezért a külső bolygók távolságát az űrszondás látogatások alkalmával a kommunikációs jel késéséből mérhetjük le közvetlenül.

## A trigonometrikus parallaxis

A Föld pályájának mérete alapján geometriai módszerrel meg tudjuk határozni a közeli csillagok távolságát. Ez azon alapul, hogy a Föld keringése miatt a csillagok elmozdulni látszanak az égi háttér előtt, mégpedig a távolsággal fordítottan arányosan. Egy parszek távolságról a parallaxis ellipszisének fél nagytengelye egy ívmásodperc.

A nehézség az, hogy nagyon kis szögeket kell mérni, (nincs például 1 pc-nél közelebbi csillag, 40 pc-nél közelebbi nyílthalmaz stb.), és a mérést számos tényező nehezíti. Például az éves aberráció, ami a Föld keringési sebességéből származik, legnagyobb értéke mintegy 30 ívmásodperc, és nem függ a csillag távolságától. Műholdas megfigyelések esetében a műhold saját keringése is okoz aberrációt, amit szintén figyelembe kell venni. Az egyéb hibaforrások: a műszer leképezési hibái, torzulásai, páratartalom- és hőmérsékletfüggő változásai, a szcintilláció, a refrakció, a légkör diszperziója (két azonos deklinációjú csillag közül a vörösebb magasabban látszik), a referencia-csillagok pontatlan koordinátái mind tovább nehezítik a parallaxis mérését. E hibák zöme a legközelebbi csillagok parallaxisánál is nagyságrendileg nagyobb vagy azokkal összemérhető. Ráadásul a parallaxis a távolságtól fordított arányban függ, így a mérés 30% relatív hibája kettes faktort jelent a távolságban!

A nehézségek ellenére a parallaxis az egyik legfontosabb távolságmérési eljárás, mert geometriai, azaz közvetlen módszer távolságok meghatározására. Ez tulajdonképpen szomorú, hiszen a közvetlen távolságmérésre épülne az összes később meghatározandó és végül kozmológiai léptékben is alkalmazható távolság, azonban épp a közvetlen módszert tudjuk a lehető legnehezebben alkalmazni.

A legközelebbi csillagok parallaxisát a 19. század derekáig senkinek sem sikerült meggyőzően kimutatnia (a főttebb ismertetett nehézségek mellett ez nem meglepő). Végül az vezetett célra, hogy fényes vagy gyors sajátmozgású csillagokat, tág kettőseket kerestek, amelyek ebből adódóan valószínűleg közel vannak. Így a 61 Cygni, a Vega és az alfa Centauri parallaxisát sikerült először megmérni.

Száz évvel ezelőtt körülbelül 100 csillag parallaxisa volt ismert, 1952-ben a Yale Parallax Catalog 5822 csillagot tartalmazott. A légkör miatt a mai földi mérések (például Flagstaff 155 cm-es távcső, USNO) is körülbelül 100 pc távolságig használhatóak, azaz néhány száz csillagra elég pontosak, ha távolabbi csillagokat is mérni szeretnénk, ki kell menni az űrbe.

1989-től a Hipparcos műhold gyűjtött trigonometrikus parallaxisokat és sajátmozgás-adatokat. Fő műszere egy 29 cm-es tükör volt. Két egymástól 58 fokban irányba néző látómezejét speciális nyalábegyesítő tükre irányította a közös fókuszszíkra. A mért pozíciókat távoli kvazárokhoz kötött koordinátahálón adta meg. A műhold 120 ezer csillag parallaxisát és sajátmozgását mérte 2–4 ezred ívmásodperc pontossággal, jelentős előrelépést hozva a csillagok megértésének szinte minden területén. Több mint két évtized kihagyás után lép színre a Gaia asztrometriai műhold, ami jelenleg tervezés alatt áll. A műhold egyszerre fog fölvenni spektrumot és pozíciót, amelyből térbeli sajátmozgások kiszámítására is lehetőség lesz.



A trigonometrikus parallaxis mérését sajnos rengeteg hibaforrás terheli, melyek mértéke sokszor a mérni kívánt parallaxisnál több nagyságrenddel nagyobb. Azonban ez az egyetlen távolságmérési módszer, amely elvileg bármilyen objektumra bármilyen egyéb ismeret nélkül közvetlenül alkalmazható, ezért fontossága szinte fölmérhetetlen.

### Sajátmozgás-parallaxisok

A trigonometrikus parallaxis hatótávolságának korlátja a földpálya rövid bázisa (2 csillagászati egység). Ha a Nap mozgását ismerjük a környező csillagokhoz képest, akkor a Nap sok éves mozgásából adódó hosszabb bázissal pontosabb távolság-meghatározás lesz lehetséges. A szekuláris parallaxis módszerével közeli csillagok egy térben is föltételezhetően hasonló távolságra lévő csoportját választjuk ki (például hasonló távolságmodulusú cefeidákat stb.), majd ezek sajátmozgását figyeljük meg hosszú idő alatt. Föltételezve, hogy az összeátlagolt sajátmozgás nagy részét a Nap elmozdulása okozza, az égi pozíció alapján kiszámíthatjuk a csillagok relatív elmozdulásának térbeli irányát. Az irány ismeretében kiszámítható a radiális sebességek és az égi elmozduláshoz tartozó sebességek aránya. A mérés ezek után abból áll, hogy a radiális sebességeket megmérjük, ebből kiszámítjuk a tangenciális sebességek nagyságát, majd a sajátmozgással összevetve meghatározzuk a távolságot.

Ehhez mindenneelőtt meg kell mérnünk a Nap sebességét a Galaxisban. Ehhez választhatjuk a Nap környékén lévő csillagok egy csoportját mint vonatkoztatási rendszert (LSR, Local Standard of Rest). A Hipparcos mérései alapján a Nap LSR-hez viszonyított térbeli sebessége  $13,7 \pm 0,7$  km/s, vagyis 2,83 CSE évenként; mozgása a Hercules csillagkép felé mutat (apex irány).

A módszer változata a statisztikus parallaxis, amikor a csillagok éves elmozdulását az egyedi csillagok LSR-hez viszonyított mozgása határozza meg elsősorban. Ekkor közvetlenül becsüljük a tangenciális sebességkomponenseket, például úgy, hogy spektroszkópiai radiális sebességekkel vesszük azonosnak. Ez az eljárás jogos, ha föltételezhetjük a tangenciális és radiális sebesség függetlenségét.

## Fotometriai parallaxis

Egy objektum látszó fényessége a luminozitással egyenesen, a távolság négyzetével fordítottan arányos. Ezzel a felismeréssel elvileg bármely ismert luminozitású objektum távolságát megmérhetjük. Ez a távolság-

mérés természetesen korábban vezetett közel helyes eredményre, mint a trigonometria. Első alkalmazásai a Sirius távolságának meghatározására Huygens és Newton nevéhez fűződnek.

Huygens 1698-ban próbálta elvégezni a következő kísérletet. Egy tűlyukon keresztül figyelte meg a Napot egy elsötétített szobában. A lyuk átmérőjét addig akarta szűkíteni, amíg annak fényességét olyannak látja, mint emlékezete szerint a Sirius. Huygens rájött, hogy nem tudja elegendően kicsinyíteni a lyukat, ezért ennél könnyebben kivitelezhető, de pontatlanabb mérést választott: a Nap képét nagyította föl. 27 664-szeres átmérőjénél látta egész közelről a lyukat Sirius-fényességűnek, amiből arra következtetett, hogy a Sirius távolsága 27 664 csillagászati egység. Ez hússzoros alábecslést jelent, ami nem meglepő, hiszen a Sirius fényességét Huygensnek emlékezetből kellett viszonyítania a lyuk pééhez.

Newton a Szaturnusz és a Sirius fényességét hasonlította össze. Mivel a Nap fényének csak egy kiszámítható töredéke éri el a Szaturnuszt, és e fénynek csak egy töredéke verődik vissza, a fénycsökkenés mértékéből a hasonló fényességű Sirius távolsága a Naphoz képest meghatározható. A megoldáshoz ismerni kellett a távolságokat (az 1670-es évtized Vénusz-átvonulásai ehhez elég pontos eredményt adtak), a Szaturnusz albedóját (Newton 0,25-nek vette) és átmérőjét (ami látszó átmérőjéből és távolságából viszont számolható). Így Newton 800 ezer csillagászati egység távolságot határozott meg, ám ha a Szaturnusz helyes albedóértékét használjuk 460 ezer csillagászati egységet kapunk (a Sirius távolsága valójában 520 ezer csillagászati egység). Newton rájött, hogy ha a Sirius nagyjából olyan fényességű, mint a Nap, parallaxisa akkor is a kor technikai színvonalán mérhetetlenül kicsi lenne. Ennek ma már ismert értéke 0,26 ívmásodperc.

A fotometriai parallaxis a későbbiekben fontos módszerek alapjává vált, a további módszerek jórészt fotometriai parallaxisra (luminozitás-távolságra) vezetnek.

### **Változócsillagok és távolságok**

A tapasztalatok szerint a pulzáló változócsillagok abszolút fényességéből következtetni lehet a pulzációs periódusra. A jelenség magyarázata az, hogy a pulzáció periódusa szoros kapcsolatban áll a sűrűséggel, és ezen keresztül a csillag méretével is. Bizonyos típusú változócsillagok esetében jobbakk az összefüggések, de az összes ismert (például alapmódusban) pulzáló csillagról is elmondható, hogy a halványabb csillagok gyorsabban pulzálnak.

A csillag pulzációs periódusa a tapasztalatok szerint általában kifejezhető az abszolút fényességgel, ha egy fémességfüggő korrekciót is figyelembe veszünk. Nehézséget jelent a zérusponti tag meghatározása. Ehhez ismernünk kell legalább egy adott periódusú és típusú változócsillag pontos luminozitását, és lehetőleg arról is meg kell bizonyosodnunk, hogy a csillag valóban jól reprezentálja a periódushoz tartozó átlagos luminozitást. Kereshetünk pulzáló változókat kettős rendszerben is, ekkor a távolságot a kettősségből határozzuk meg; viszont a másodkomponens fényére pontosan korrigálni kell az eredményt.

A cefeidák kozmológiai jelentőségű változók, mert nagyon fényesek. Olyan fiatal, nagy tömegű szuperóriás csillagok, amelyek fejlődésük során áthaladnak az instabilitási sávon. Periódus-fényesség relációjuk nullpontja kozmológiai is fontos mennyiség.

Az RR Lyrae csillagok II. populációs, rövid periódusú változók, periódus-fényesség relációjuk szűk periódustartományon oszlik el, és tulajdonképpen állandó fényességűnek tekinthetők. Az RR Lyrae változók jelentősége a galaktikus csillagászatban is kiemelkedő. Alacsony fémtartalmú csillagok, jellemző színindexeik alapján fényességváltozásuk megfigyelése nélkül is nagy biztonsággal azonosíthatók, amiért a nagy égboltfölmérések (például SDSS) könnyen felismerik őket. Másrészt II. populációs csillagok, így a galaktikus haló föltérképezésére is alkalmasak.

A félszabályos és mira változók esetében a rezgéseket a konvekció gerjeszti, ezért a változás kevésbé szabályos, mint a klasszikus változók esetében. Azonban a periódus-fényesség reláció ebben az esetben is létezik, bár itt nem egy szekvencia figyelhető meg, hanem több különböző reláció. A P-L reláció azonban az infravörös tartományban vizsgálendő, hiszen az optikai fényváltozásuk jelentős részét az őket övező burok abszorpciójának változása (a TiO és egyéb molekulák) határozza meg.

A pulzáló változók tulajdonképpen mindegyike alkalmas távolságmérő eszköznek, mert szimultán spektroszkópia és többszín-fotometria alkalmazásával meg tudjuk határozni a méretüket, és így abszolút fényességüket (Baade–Wesselink-analízis). A színindexek alapján ugyanis találhatunk olyan pontpárt a leszálló és felszálló ágon, amikor a csillag hőmérséklete ugyanakkora, viszont a fényessége eltérő. Nyilvánvaló, hogy a fényességkülönbséget az átmérők eltérése okozza, és így következtethetünk az átmérők hányadosára. E két időpont között radiálissebesség-görbék analízisével kiszámíthatjuk az átmérők különbségét is, és innen az átmérők egy másodfokú egyenleten keresztül adódnak. Ismert hőmérsékletű és átmérőjű csillag abszolút fényessége kiszámítható, ezt összevetve a látszó fényességgel a távolság becsülhető.

### Az óriáság csúcsa

A módszer korábban „a legfényesebb vörös óriás” néven futott, és szintén extragalaktikus jelentőségű. A csillagfejlődés során az óriáság csillagai a szén fúziójának megindulásakor a legfényesebbek, a maximális fényesség ugyanakkor függ a fémtartalomtól. Ez az ismeret távolságmérésre is fölhasználható. A tapasztalat szerint a fémességtől való függés a közeli infravörös hullámhosszakon a legkisebb, ezért a módszer leginkább az infravörös csillagászatban használható.

### Kettőscsillagok távolsága

Kettőscsillagok távolságát többféleképpen határozhatjuk meg, a két legfontosabb megközelítés abban különbözik egymástól, hogy a kettőscsillag kölcsönös keringését látjuk, vagy a kölcsönös fedéseket (fedési kettős). Vegyük először az első esetet.

Megfigyeléseket végzünk a két csillag pozícióiról, ennek segítségével fölrajzoljuk a pálya képét, és fogalmunk lesz a mozgás időbeli lefolyásáról. Az égen ugyan vetületben látjuk a pályákat, ám a Kepler-törvényeket figyelembe véve ebből rekonstruálhatjuk a pálya térbeli helyzetét is. A végső lépésben a keringés periódusából és a sebességamplitúdókból meghatározhatjuk a csillagok tömegét és a pálya sugarát, ezt a pálya látszó átmérőjével összevetve adódik a távolság. A módszer nehézsége, hogy a fölbontható kettőscsillagok mozgása általában lassú, így egy pályakép szerkesztéséhez általában nagyon hosszú (például 100 éves) adatsorra van szükség. Ha nagy tömegek körül keringő objektumokat figyelünk meg, a gyors mozgás miatt sokkal rövidebb idősorok is elegendőek (lásd például infravörös források a galaktikus centrum körül). Hasonló a spektroszkópai kettősök esete, amikor a sebességgörbék modellezéséből kell kiindulnunk. Azonban ekkor nem tudjuk a pálya inklinációját meghatározni, ezért például interferometrikus képalkotó technikához kell folyamodnunk. A két megfigyelési út közt az a fő különbség, hogy utóbbinál spektroszkópai úton határoztunk meg pályaelemeket.

Fedési kettőscsillagok esetében lehetőség van arra is, hogy a fénygörbe alapján modellezzük a pályát. A fedés fénygörbéje alapján meg tudjuk határozni a sugaraknak és a pálya fél nagytengelyének az arányát, a hőmérsékleteket megmérhetjük színindexek segítségével. Ezekre a paraméterekre illeszthetünk egy megfelelő csillagmodellt, így megkapjuk az abszolút luminozításokat, amiből a távolság meghatározható. Érintkező kettősök esetében a pályaelemek egyszerűsödnek, hiszen a pálya alakja kör, az inklináció pedig a fénygörbe alakjából becsülhető.

Az érintkező rendszerben a sugarak aránya csak a tömegaránytól függ, a sugarak összege maga a fél nagytengely, a tömegeket pontosan ki lehet számítani a tömegarányból és a periódusból. Következésképpen önmagában a fénygörbe analíziséből egész pontosan kiszámítható az adott pillanatban sugárzó összes felület nagysága. Így nincs más dolgunk, mint a színindex alapján megállapítani a rendszer hőmérsékletét, amiből a felületi hőmérséklet számolható, amiből pedig kiszámítható a luminozitás és a távolság.

## Csillaghalmazok távolsága

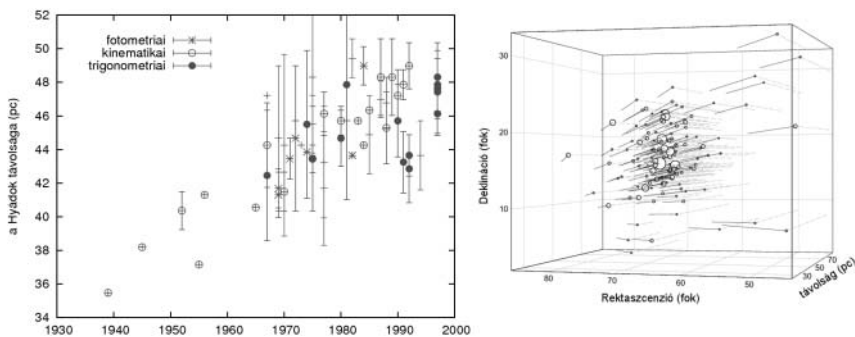
A közeli nyílthalmazok távolságát parallaxissal is meg tudjuk határozni, a távolabbi halmazokhoz azonban más módszerek szükségesek. Egy lehetséges geometriai módszer a konvergenciapont-módszer, egy lehetséges fotometriai eljárás a fősorozat illesztése.

Ha egy nyílthalmaz csillagainak sajátmozgását meg tudjuk figyelni, mozgóhalmazról beszélünk; ekkor sajátmozgás alapján meg tudjuk különböztetni a halmaz csillagait a háttér- és előtércsillagoktól. Ha a halmaz elég nagy, akkor a halmaz sajátmozgásának vetítési torzulását is látjuk. Így a sajátmozgások nem párhuzamosak lesznek, hanem egy jól meghatározható irányba, a konvergenciapont felé mutatnak. A konvergenciapont megfigyelt égi iránya pont a halmaz közös sajátmozgásának térbeli iránya lesz. Ezek után a radiális sebességekből hasonló módon határozhatjuk meg a távolságot, mint a szekuláris parallaxis esetében. A módszer finomítható, ha az egyedi csillagoknak valamilyen reális eloszlás szerinti sajátmozgás-komponenst tulajdonítunk, amely ráakodik a halmaz közös mozgására. A mai napig csak kevés halmazt ismerünk, amelynek a sajátmozgása alapján a konvergenciapont jól meghatározható. Az UMa asszociáció, a Sco-Cen mozgóhalmaz és a Hyadok a tipikus példák. A Hyadok távolságának mérésére a „nyers” változatban először Boss alkalmazta a konvergenciapont-módszert 1908-ban. A mai, sajátmozgásokat figyelembe vevő, távolságmérések a Hipparcos méréseivel ( $46,34 \pm 0,27$ ) 1 pc pontosságon belül összhangban lévő értékeket adnak.

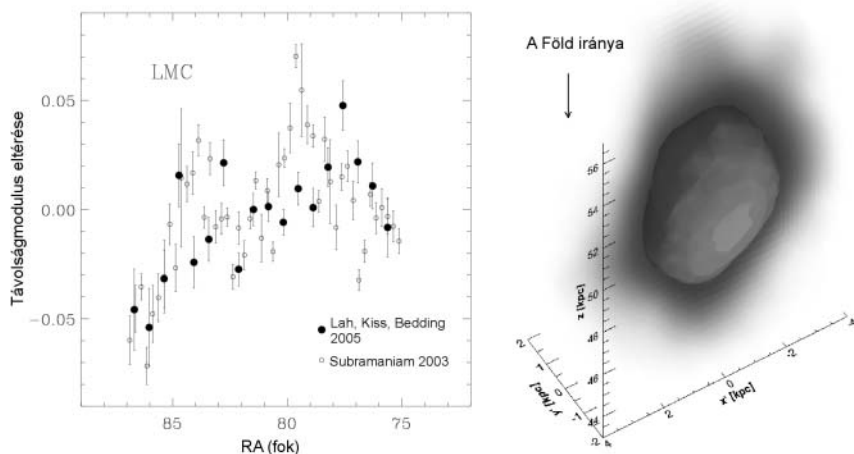
A távolabbi nyílthalmazok távolságának mérésekor kihasználhatjuk, hogy azonos időben keletkezett, azonos kezdeti kémiai összetételű csillagokat látunk. A halmazt elhelyezzük a szín-fényesség diagramon, majd kiválasztjuk azt az azonos korú és fémességű, különféle tömegű csillagokat tartalmazó elméleti modellcsaládot (izokront), amelyik a halmaz szín-

fényesség diagramjára tolva a legpontosabban illeszkedik. Ennek ismeretében a halmaz csillagainak látszó fényessége elvileg megadja a távolságot. Természetesen a valóságban a módszer ennél sokkal bonyolultabb, mert a csillaghalmazok a Tejút fősíkjaához közel helyezkednek el, ezért a csillagközi fényelnyelés jelentősen befolyásolja a mért fényességet. Ennek hatását figyelembe kell venni a távolságmodulus számításakor. Ráadásul vörösebbnek is mutatja a csillagokat a valós színüknél, ezért a fősorozat illesztését körültekintően kell elvégezni. További nehézség, hogy az izokronok alakja nagyon erősen függ a fémességtől, így a fémesség pontatlan ismerete az egész módszert elrontja. Az izokronok alakja a közeli halmazok geometriai távolságmérésén alapul. Ha ezen halmazok távolsága pontosabb mérések alapján „változik”, az a fősorozat-illesztésre alapuló összes távolságmeghatározásra kihat. Elrettentő példa: az 1930-as évektől máig a Hyadok távolsága 36 pc-ről 46 pc-ra nőtt. E problémák ellenére a fősorozat illesztése hasznos, körülbelül 7000 pc távolságig alkalmazható távolságmérési eljárás.

A gömbhalmazok távolságát a fősorozat illesztésével hasonlóan mérhetjük meg, szerencsére a csillagközi fényelnyelés a méréseket általában nem befolyásolja olyan jelentősen, mint a nyílthalmazok esetében. Elvi lehetőség van arra, hogy a fehér törpék izokronját is illesszük (kihasználva, hogy elég sok fehér törpe van egy gömbhalmazban), vagy hogy a radiális sebességek és sajátmozgások összevetésével határozzunk meg távolságot, kihasználva a halmaz gömbszimmetriáját. Egyszerűbb módszerekkel, RR Lyrae csillagokkal és kettőscsillagokkal is meghatározhatjuk a távolságot.



Balra: a Hyadok távolságának „változása” 1936-tól a Hipparcos-mérésig, a különböző módszerek fel-tüntetésével (Perryman és mtsai 2000). Jobbra: a Hyadok térbeli kinematikai modellje, a trigonomet-riai parallaxisok, a sajátmozgások és a radiális sebességek figyelembevételével (Dravins és mtsai 2008).



Balra: a Nagy Magellán-felhő vörös változócsillagainak távolságmódulusa változik a galaxis kiülloje mentén, annak elnyúltságára és komplex belső szerkezetére utalva. Jobbra: a haló és a galaxis helyzetének rekonstrukciója RR Lyrae csillagok megfigyelése alapján (Pejcha és Stanek, 2009).

## Közei galaxisok távolsága

### A Lokális csoport

A Lokális csoport legnagyobb galaxisai az Andromeda-galaxis (M31) és a mi Galaxisunk. Normális spirálgalaxis még a Triangulum-galaxis (M33), és irreguláris-spirális galaxis a Nagy Magellán-felhő. A csoport ezen kívül nagy számban tartalmaz törpe szferoidális galaxisokat, normál és törpe irreguláris galaxisokat, valamint az M31 kísérőjeként az M32 pekuláris elliptikus galaxist. A mi Galaxisunk kísérői a Magellán-felhők, a Sagittarius törpe, Sagittarius irreguláris (NGC 6822) és a Sagittarius törpe elliptikus galaxis (amellyel a Galaxis éppen ütközik), és néhány közei törpegalaxis (UMi, Draco, Cet stb.). Az M31 kísérői az M32, az M110 szferoidális és az And I-IX törpegalaxisok; a csoport tagja néhány magányos galaxis is (például M33).

A Lokális csoport tagjait megfelelő távcsővel többé-kevésbé csillagokra lehet bontani. Elsősorban a Magellán-felhők esetében lett mindennapi gyakorlat az egyedi csillagok (fedési kettősök, pulzáló változók) alapján távolságot mérni. Öregebb galaxisokban (például szferoidális törpékben) inkább az RR Lyrae csillagok, esetleg kettőscsillagok alapján lehet távolsá-

got mérni. Ha a galaxisban jelenleg is van csillagkeletkezés, természetesen a cefeidák is szóba jöhetnek.

### **A Magellán-felhők és az Androméda-galaxis**

A Lokális csoport vizsgálatában kiemelkedik az M31 és a Nagy Magellán-felhő (LMC) távolságmérése. Ez a két galaxis elég közel van ahhoz, hogy a galaktikus objektumok alapján meghatározzuk a távolságukat, ám elég messze van ahhoz, hogy egyszersmind mint „igazi” galaxisra tekintsünk rájuk, és a távoli galaxisok esetében alkalmazható módszereket rajtuk kalibráljuk. Ez egyrészt nagyon szerencsés, másrészt itt is vigyázni kell: ha ennek a két galaxisnak a távolságát rosszul ismerjük, a kalibrációk rosszak lesznek, a távoli galaxisok távolságát szisztematikus hibával fogjuk mérni. A Lokális csoporton belüli távolságmérések az egész Univerzum méretére, tágulására és így történetére vonatkozó ismereteinket jól megalapozzák, de a fellépő hibák azonnal el is ronthatják.

Az LMC távolságát kettőscsillagok, cefeidák, RR Lyrae csillagok, gömbhalmazok, nyílthalmazok, infravörös PL-relációk, vagy az SN 1987A szupernóva segítségével sokan és sokszor meghatározták. Régebben a különböző módszerek kissé eltérő távolságmodulusokat adtak, amelyek jellegzetesen a 18,30 (fedési kettősök, vörös óriások, RR Lyrae csillagok – ha a galaktikus RR Lyraek statisztikus parallaxisát használták a zéruspont meghatározásakor) és 18,60 (változócsillagok, gömbhalmazok, SN 1987A) körül szórtak. Ennek megfelelően beszéltek rövid és hosszú távolságskáláról. A helyzetet bonyolította az is, hogy az LMC elég közel van ahhoz, hogy jelentősen más legyen a távolságmodulusa azoknak az objektumoknak, amik a felhő hozánk közelebbi vagy távolabbi részén helyezkednek el. Éppen a távolságmérés segítségével derült ki, hogy az LMC „szivarja” nem merőleges a látóírányunkra, hanem ahhoz mintegy 30 fokban hajlik, vagyis a felhő egyik vége messzebb van tőlünk, mint a másik, és az egyik csúcspanél végezve a vizsgálatokat akár 15–25%-kal nagyobb távolságot kaphatunk, mint a másik végén, ugyanezekkel a vizsgálatokkal. E felismerés segítségével és újabb galaktikus kalibrációkkal mára sikerült az álláspontokat egymáshoz közelíteni (18,50–18,55 körüli távolságmodulusokkal), és úgy tűnik, a „távolságskála-probléma” gyakorlatilag a csillagásztörténet körébe sorolható.

A változócsillagok és érintkező kettősök PL-relációinak fémességfüggését az M31 és LMC-beli kalibrációk alapján lehet a legegyszerűbben vizsgálni. Az Androméda-galaxis abból a szempontból is fontos, hogy a planetáris ködök és a gömbhalmazok luminozitásfüggvényét pontosan megismerjük, mert csak ebben a Lokális csoporttagban van elég sok gömbhalmaz és planetáris köd.



## Távoli galaxisok távolsága

### Planetáris ködök luminozitásfüggvénye

A nem túl távoli galaxisok távolságának meghatározására alkalmas módszer a planetáris ködök luminozitásfüggvénye. Empirikus tény, hogy egy adott galaxisban nincsenek egy adott értéknél fényesebb planetáris ködök. Ez alapján fölrajzolhatjuk a planetáris ködök luminozitásfüggvényét (milyen abszolút fényességű planetáris ködből hány darab van), ami alapján távoli galaxisok távolsága is meghatározható. A mérés szempontjából szerencsés, hogy a planetáris ködök színképe emissziós. Ezért keskeny sávú interferenciaszűrőkkel végezve a megfigyelést, az extragalaxisok planetáris ködjeit könnyen megfigyelhetjük. A módszer körülbelül 20 Mpc távolságig alkalmazható. Hátránya, hogy a planetáris ködök rövid életűek, így egy-egy galaxisban elég kevés van belőlük.

### Gömbhalmazok luminozitásfüggvénye

A tapasztalatok szerint a galaxisok gömhalmazainak luminozitásfüggvénye szintén univerzális, nem nagyon függ a galaxis egyéb paramétereitől. A luminozitásfüggvény nagyjából Gauss-eloszlást mutat, amiből következik, hogy a gömhalmazok átlagos abszolút fényessége a különböző galaxisokban megegyezik. A fotometriai szelekciók miatt a módszer alkalmazása körültekintést igényel, és úrtávcsöves mérések esetén körülbelül 100 Mpc távolságig használható.

### A Tully–Fisher-reláció

A spirálgalaxisok forgási sebessége és abszolút fényessége a tapasztalatok szerint jól korrelál egymással. A spirálgalaxisok nem merev testként forognak: míg a centrum közelében a forgási sebesség egyenesen arányos a centrumtól való távolsággal, a külsőbb tartományokban a kerületi sebesség egy konstans értékre áll be. Távolságméréshez tehát meg kell mérnünk a galaxis maximális forgási sebességét, amiből következtethetünk az abszolút fényességére, ezt hasonlítjuk össze a látszó fényességgel, hogy megkapjuk a távolságot. A mérést közeli, ismert távolságú galaxisok segítségével lehet kalibrálni.

### A Faber–Jackson-reláció és a fundamentális sík

Az elliptikus galaxisok esetében is érvényes egy hasonló összefüggés: itt azonban nem használható a forgási sebesség, mert egy elliptikus galaxis nem forog, a csillagok pályáinak orientációja véletlenszerű. A galaxis színképvonalainak kiszélesedéséből meghatározhatjuk az egyedi csillagok

sebességének szórását, a sebességszperziót. Ez a tapasztalat szerint arányos a galaxis abszolút fényességével. Az így adódó távolság kevésbé pontos, mint a Tully–Fisher-relációból kapott. Ezen a galaxis felületi fényességének figyelembevételével lehet javítani, ami a fundamentális sík módszert adja. Itt általában a galaxis átmérőjére következtetnek a sebességszperzió és a felületi fényesség értékéből, majd ezt összevetve a látszó mérettel, meghatározzák a távolságot.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a luminozitásfüggvények és a kinematikai távolságmérési módszerek teljes mértékben tapasztalaton alapuló módszerek, amelyeket elméletileg alátámasztani még nagyjából sem mindig könnyű, viszont a gyakorlatban elég jól működnek. Fontosságuk miatt elengedhetetlen a módszerek pontos kalibrációja közeli galaxisok segítségével.

### **A felületi fényesség fluktuációja**

Fontos megfigyelés, hogy egy galaxis CCD-képen a szomszédos pixelek fényessége különbözik egymástól. Ez a különbség nagyon jó CCD-képeken is megmarad, és az okozza, hogy a szomszédos pixelekre eső csillagok száma a véletlen fluktuációk miatt változó. Természetesen a pixelek fényessége a pixelre eső csillagok fényességével egyenesen arányos, a fluktuáció mértéke – egzakt statisztikai eredmények szerint – viszont a darabszám négyzetgyökével arányos. Mivel távoli galaxisok esetén több csillag esik egy pixelre, a relatív fluktuáció, tehát a fényességeltérések aránya a pixelek fényességéhez képest annál kisebb, minél távolabb van a galaxis. Úgy is mondhatjuk, hogy a távoli galaxisokat „sima felületűnek” látjuk egy CCD-képen. Ez egy fontos és gyakran alkalmazott módszerhez vezet: két azonos típusú galaxis képét figyeljük meg, és a közelebbinek meghatározzuk a távolságát valamilyen „megbízható” módszerrel. Ennél a távolságnál a távolabbi galaxis annyiival van messzebb, amennyivel „simább” megjelenésű a CCD-képe; illetve amennyivel kisebb a felületi fényesség fluktuációja.

### **Szupernóvák**

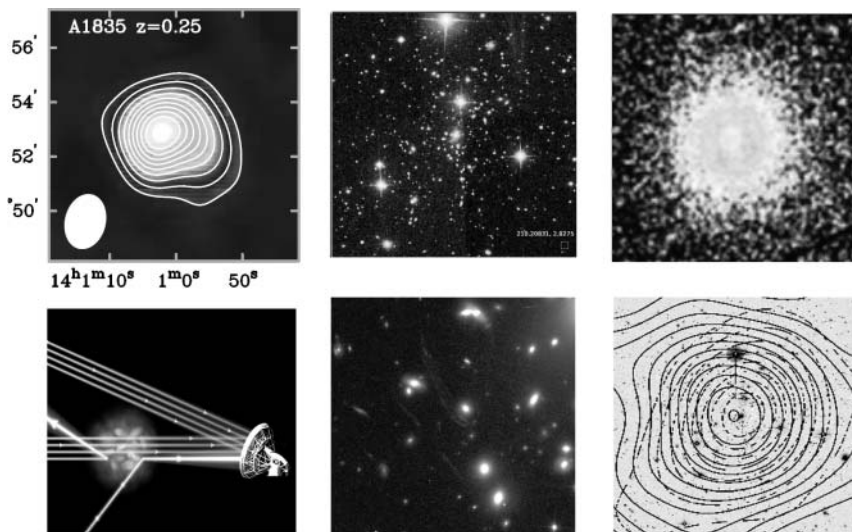
Az Ia típusú szupernóvák mai ismereteink szerint fehér törpecsillagokból keletkeznek, amelyek körül egy óriáscsillag másodkomponens kering. Az a kritikus tömeg, amelynél a fehér törpe még éppen stabil, a Chandrasekhar-féle határtömeg, melynek értéke 1,44 naptömeg. A fehér törpe folyamatosan magához vonzza a másodkomponens ritka légkörének anyagát, és amikor tömege meghaladhatja a Chandrasekhar-tömeget összeomlik, és szupernóva keletkezik. Mivel minden Ia szupernóva

ugyanolyan tömegű csillagból keletkezik, régebben úgy gondolták, hogy mindegyik abszolút fényességének is azonosnak kell lennie. Újabban kiderült, hogy ez nem igaz. Az Ia szupernóvák maximális abszolút fényessége 1–1,5 magnitúdós szórást mutat. A legnagyobb abszolút fényesség viszont becsülhető a fénygörbe menetéből (a fényesebb Ia szupernóvák lassabban halványodnak), a robbanás színéből (a nagyobb luminozitású szupernóvák a maximum után kékebbek) és színekpi jellemzők alapján is. Felvéve tehát egy Ia típusú szupernóva fénygörbéjét, annak menetéből következtethetünk az objektum maximális abszolút fényességére, és végül a távolságot is kiszámíthatjuk. A módszer meglehetősen tapasztalati jellegű, és közeli, máshonnan ismert távolságú galaxisok szupernóváival kalibrálni kell. Előnye viszont, hogy az Ia szupernóvák fényesek, így akár néhány milliárd fényévig használható távolságmérési eljárást kapunk.

A II-es típusú szupernóvák magányos, 8 naptömegnél nagyobb tömegű csillagok robbanásakor jönnek létre. Távolságmérési eljárásuk azon alapszik, hogy a lerobbanó fotoszféra tágulásának sebességét a színekpvonalak eltolódása alapján becsüljük, a hőmérsékletet pedig szintén a színekpből, vagy többszín-fotometriából határozzuk meg. A méretből és a hőmérsékletből kiszámíthatjuk a maradvány abszolút fényességét, ami végső soron távolságra vezet.

### A Szunyajev–Zeldovics-jelenség

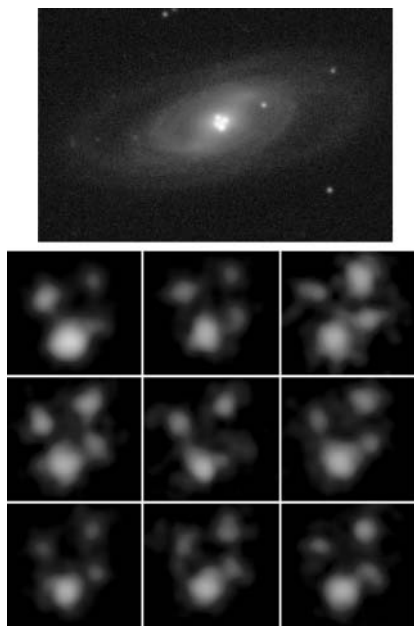
A galaxishalmazok távolságának meghatározására egy geometriai módszer adódik, amit elvileg nem is kell különösebben kalibrálni, a Szunyajev–Zeldovics-jelenségen keresztül. A módszer azon alapul, hogy a galaxisközi forró gázon szóródnak a kozmikus háttérsugárzás fotonjai, viszont a forró gáz fénylését magát is megfigyelhetjük röntgentartományban. A gáz fényessége és a háttérsugárzás megváltozásának mértéke külön-külön alkalmatlan távolságmérésre, azonban a két mérés összevetésével a szóró elektronok hőmérséklete és a felhő sugara meghatározható. Az így számított sugarat összevetjük a látszó mérettel, és kiszámítjuk a távolságot. A módszer elvileg nagyon távoli galaxishalmazok esetén is használható. Hátránya viszont, hogy a kozmikus háttérsugárzást elég rossz felbontással ismerjük, és a háttérsugárzás mintázatát több további jelenség is befolyásolja. További hátrány, hogy föl kell tételeznünk a galaxishalmaz gömbszimmetrikus alakját. Viszont mindezen hátrányok együttesen sem tudják feledtetni, hogy egy minden előzetes ismerettől független távolságmérési eljáráshoz jutottunk, amely a közeli jövőben nagyon fontossá válik.



A Szunajev–Zeldovics-jelenség a  $z = 0,252$  vöröseltolódású Abell 1835 galaxishalmazban. Fönt: a halmaz és  $10 \times 10$  ívperces környékének képei az 1 mm-es (OVRO), a vizuális (SDSS) és a röntgen- (XMM-Newton) tartományban. Lent balra: a jelenség magyarázata: a galaxishalmazt övező forró plazma szabad elektronjai kiszórják a kozmikus háttérsugárzás „hideg” fotonjait, a beszoródó fotonok energiáját viszont megnövelik, megváltoztatva ezzel a háttérsugárzás szerkezetét. Középen: a halmaz komplex gravitációs lensézése (HST mozaik  $1 \times 1$  ívperces részlete). Jobbra: a lenszés alapján független lehetőség nyílik a galaxishalmaz tömegeloszlásának meghatározására ( $10 \times 10$  ívperces optikai képre vetítve).

## Gravitációs lensék

A gravitációs lensék megfigyelése nagyon távoli objektumok geometriai távolságmérését teszi lehetővé. Ha egy távoli kvazár fénye egy előtér galaxisához közel halad el, az általános relativitáselmélet szerint a fény útja elhajlik. Vagyis, ha a kvazár és a megfigyelő között egy galaxis helyezkedik el, a kvazár képét nem ott látjuk, ahol valójában van, hanem egy kicsit távolabb a galaxistól. Ugyanezért a kvazár fénye kicsit lassabban ér el hozzánk, mintha a galaxis nem lenne közöttünk. Ám mivel a galaxis nélküli esetet nem tudjuk előállítani, ez még nem távolságmérési módszer. Általában a helyzet egy kicsit bonyolultabb, mert a kvazár másik irányba haladó fényét is felénk irányítja a galaxis. Ekkor a kvazár képét a galaxis mindkét oldalán megfigyelhetjük. A két kép távolsága a galaxistól megmutatja a fényutak alakját (itt a galaxis és a kvazár távolságának arányára is következtetnünk kell, amit a kozmológiai vöröseltolódás alapján tehetünk meg). Ha a fényutakat már re-



A Q2237+0305 jelű, spirálgalaxis által lencsézett kvazár négy képe időről időre látványos fényváltozást mutat, amelyet távolságmérésre is föl lehet használni. Fönt: a 3,5 méteres WYIN távcső képe a rendszerről 1999-ből; lent: a kvazár képei a Chandra-űrtávcső megfigyeléseiben 2000–2005 között (Kochanek és mtsai 2005).

konstruáltuk, kiszámolhatjuk például a kvazárhoz tartozó két fényút arányát, azonban nem tudjuk meg, hogy mekkorák ezek a valóságban. Segítene, ha meg tudnánk határozni a kvazár két képéhez tartozó fényút különbségét, hiszen ekkor a valódi távolságokat is megkapnánk.

Szerencsére a kvazárok változó fényességű objektumok, ezért a két kép is hasonló fényváltozást fog mutatni. A két fényút különbsége miatt a két kép fényessége nem egyszerre fog változni, hanem egymáshoz képest időben eltolva, amiből végre kiszámíthatjuk a fényutak különbségét, ami általában néhányszor 100 nap, és végül a galaxis, illetve a kvazár távolságát. A módszer előnye, hogy nagyjából geometriai, azonban nagyon sok munkát és folyamatosan nagy távcsövet igényel. Hátránya, hogy nem egészen független a kozmológiai modeltől: amikor a galaxis és a kvazár távolságának arányára következtünk a vöröseltolódásokból, valamilyen kozmológiai modelt föl kell tételeznünk.

Ezt az eredményt Arisztarkhosz mérése mellé állítva fölmérhetjük a csillagászati távolságmérés világképünkre gyakorolt két legfontosabb hatását. A múltban meghatározó szerepet töltött be az ember kozmikus helyzetének meghatározásában, a jövőben pedig a Világegyetem nagy léptékű szerkezetének és történetének egyik legfontosabb vizsgáló eszközévé fog válni.

## Utóirat: a távolság kozmológiai fogalma

A relativitáselmélet szerint a szokásos távolságfogalmak függenek a kozmológiától, és attól is, hogy mit tekintünk időnek. Ez vezet a csillagászati bemutatókon felmerülő egyik tipikus kérdéséhez, miszerint „a

néhány milliárd fényévre lévő galaxis akkor volt ott, amikor a fénye felénk elindult, most tehát már nyilván máshol van". Ez valóban egy fontos paradoxon, amelyből kiérezhető, hogy kozmológiai szinten a hétköznapi értelemben vett távolság nem egészen egzakt módon definiált fogalommal válik, értéke függeni fog attól, hogy milyen módszerrel mérjük meg a távolságot, és attól, hogy milyen kozmológiai modellel leírható világban élünk. Viszont a csillagászat megfigyelhető mennyiségei (látszó fényesség, szögméret, sajátmozgás stb.) és az ezek háttérében lévő fizikai mennyiségek (luminozitás, méret, tangenciális sebesség) erősen függenek a hétköznapi értelemben vett távolságtól. Márpedig éppen az a célunk, hogy a megfigyelhető mennyiségek alapján meghatározzuk a fizikai mennyiségeket: kell tehát valamilyen „helyes” távolságfogalmat használnunk. Így az egyetlen lehetőség, hogy bizonyos objektumok ismert és látszó fizikai adatai alapján távolságtípusokat definiálunk.

Luminozitás-távolsághoz úgy jutunk, hogy megmérjük egy ismert fényességű égitest látszó fényességét, és kiszámítjuk a távolságot. Kozmológiai esetben az okozza az eltérést a szokványos távolságtól, hogy a Világegyetem tágulása miatt az égitesteket már három okból látjuk halványabbnak: a geometriai távolság miatt, a kozmológiai vöröseltolódásuk miatt és külön a vöröseltolódáshoz tartozó idődilatació miatt is.

Szögátmérő-távolság meghatározásakor megmérjük egy ismert méretű objektum látszó átmérőjét. A szokványos távolságfogalomtól való eltérést itt az adja, hogy a Világegyetem geometriája nem euklideszi, és például meglepő módon, a látszó méret nem monoton függvénye a távolságnak. Ahogy egyre messzebbre tekintünk, az azonos méretű dolgok először egyre kisebbek lesznek, a hétköznapi tapasztalattal összhangban. Később viszont megfordul a tendencia, és ismét növekedni kezd a látszó méret! Mintha a Világegyetem egy nagy nagyítólencseként üzemelne.

Egy objektum sajátmozgását út-idő és szög-idő dimenzióban egyaránt ismerve egy újabb távolságfogalmat kapunk. Ez csak látszólag hasonlít a szögátmérő-távolságra, valójában teljesen „normálisan” viselkedő távolságot kapunk, amely matematikailag a legközelebb esik ahhoz, amit talán „méterrúddal mérhető” távolságnak szeretnénk nevezni.

Megint más távolságfogalmat ad az, hogy hány évig haladt a fény, amíg az adott vöröseltolódású objektumtól hozzánk ért. Ez a mennyiség szintén elég bonyolultan viselkedik, pedig fényév fogalmunk definíció szerint ezt a távolságot fejezné ki. Egyes esetekben, az ősrobbanásról vagy a kozmikus háttérsugárzásról beszélve például, természetes, hogy ezt a távolságfogalmat kényelmes használni.

Az, hogy mikor melyik távolságot használjuk, adott esetben a mérés kérdése. Ha például a látszó fényesség mérésevel jutunk távolsághoz, célszerű luminozítás-távolságot közölni. Általában nem célszerű ezt átszámítani például fényút-távolsággá, hiszen az átszámítás függ a kozmológiától, amelyben élünk, és mivel ezt nem ismerjük pontosan, nem tudjuk az átszámítás pontos képletét sem.

És mit tegyünk, ha a vöröseltolódás méréseiből szeretnénk távolságot meghatározni? Ezt is átszámolhatjuk egy másik távolságfogalommal, ám mivel a Világegyetem szerkezetét nem ismerjük, itt sem tudjuk a pontos képletet. Ezért a leggyakrabban a vöröseltolódásokat nem számolják át távolságba, hanem magára a vöröseltolódásra hivatkozunk úgy, mint távolságfogalomra. Ez alapján definiálhatjuk a kozmológiai távolságot a legmesszebbi objektumokra: magát a vöröseltolódást. Ezért minden távolságfogalom vöröseltolódás-függésének közvetlen megmérése kozmológiai megfigyelés. Például a szupernóvák adatai szerint a luminozítás-távolság kicsit jobban hajlik fölfelé, mint ahogy az a kozmológiai állandó nélküli világban várható lenne.

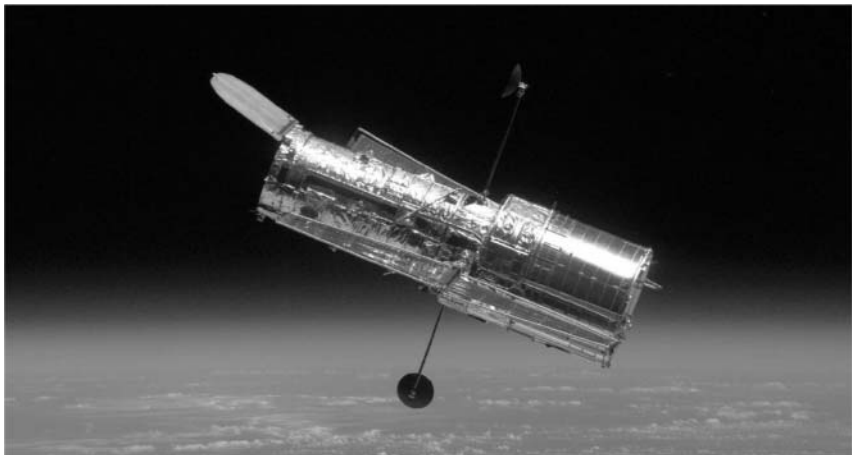
Történeti összegzőképp elmondhatjuk, hogy a csillagászati távolságmérés segítségével jutottunk el a Világegyetem méretének és felépítésének megismeréséhez. Napjainkban azonban már új szerepben is megjelent a távolságmérés, és kozmológiai ismereteink egyik legfontosabb forrásává válik.

## Irodalom

- Csabai István – Szalay Sándor – Budavári Tamás: Extragalaktikus távolságmérés fotometriai adatokból. *Fizikai Szemle* 51, 312 (2001)
- Kiss László: Távolságmérés a galaxisok között. *Meteor* 31/7–8, 25 (Magyar Csillagászati Egyesület, 2001)
- Kiss László: Kozmológiai távolságok és a vöröseltolódás kapcsolata, [http://hirek.csillagaszat.hu/olvasoink\\_kerdeztek/20070418\\_otfeletavolsag.html](http://hirek.csillagaszat.hu/olvasoink_kerdeztek/20070418_otfeletavolsag.html) (2007)
- Patkós László: Távolságmérés fedési kettősökkel. *Meteor csillagászati évkönyv* 2003, 181. (Magyar Csillagászati Egyesület, 2002)
- Szabados László: A kozmosz kilométerkövei, *Élet és Tudomány*, 2000/4, 102–105. o.
- Szabados László: A Plejádok távolsága. In: *Meteor csillagászati évkönyv* 2006, 186 (Magyar Csillagászati Egyesület, 2005)
- Szabados László: Távolságmérési módszerek összehasonlítása, *Meteor csillagászati évkönyv* 2007, 188 (Magyar Csillagászati Egyesület, 2006)
- Takáts Katalin: Az extragalaktikus távolságlétra, szakdolgozat, <http://astro.u-szeged.hu/oktatas/szakdolgozat.html> (SZTE, 2008)
- Tuboly Vince: A Föld naptávolságának meghatározása. A fekete Vénusz. Vénusz átvonulások a Nap előtt. 85. (Hegyháti Csillagvizsgáló Alapítvány, 2004)
- Vinkó József: Távolságmérés szupernóvák: tények és talányok. *Fizikai Szemle* 56, 221 (2006)
- Webb, Stephen: *Measuring the Universe – The Cosmic Distance Ladder* (Springer, 2002)

**KOLLÁTH ZOLTÁN**  
**Még nem búcsúzunk**  
**a Hubble-űrtávcsőtől!**

A távcsöves csillagászati megfigyelések történetében mindvégig nyomon követhetjük az igyekezetet, hogy egyre nagyobb eszközöket építsenek. A nagyobb fénygyűjtő terület halványabb objektumok megfigyelhetőségét eredményezte, egyre messzebbre láthattak a csillagászok az Univerzumban. Galilei mai szemmel nagyon kezdetleges távcsöve a felbontóképességben hozott áttörést, hiszen például a Hold szabad szemmel nem látható részleteit, a krátereket mutatta. A távcsövek felbontóképessége gyorsan elérte a kihasználható szintet, hiszen egy jó optika 10–20 cm-es átmérő között eléri azt a határt, amelyet a légkör zavaró hatása megenged. A szögmásodperces felbontás alá csak kivételes helyeken (magasan a tengerszint felett), vagy egy-egy rövid pillanatra mehetünk. A földi óriástávcsövek jelentős eredményeket értek el például a távoli galaxisok vizsgálatá-



*1. ábra. A Hubble-űrteleszkóp*



ban, a halvány csillagok megfigyelésében, de például a Naprendszer bolygói felszíni részleteinek feltárásában kevés újat tudtak mutatni a közepes távcsövek képéhez képest. Később kiderült az is, hogy a Föld felszínére az elektromágneses sugárzás keskeny hullámhossz-ablakában érkezik fény, s több tartományban is szinte teljesen elnyeli azt a légkör. A megfigyelhető hullámhosszak és a felbontás bővítésében csak egy lehetőség adódott: a légkör fölé juttatni a teleszkópokat. Napjainkban, az adaptív optika segítségével, a földfelszíni megfigyelések felbontóképességét is sikerült megnövelni, de így is sok előnye maradt a műholdakra telepített távcsöveknek. Igazán nagy pontosságú fotometria csak az űrből készíthető, hosszú távú stabilitással. De a képalkotás is jobb marad, hiszen az égi háttérfényesség alacsonyabb, ezért kontrasztosabb felvételek készíthetők.

## Ötlettől a megvalósulásig

Herman Oberth a rakétatudomány egyik német megalapozója már 1923-ban felvetette, hogy rakétával lehetne távcsövet a légkör fölé juttatni. Az űrob-szervatórium ötlete 1946-ban született: akkor publikálta elképzelését Lyman Spitzer amerikai asztrofizikus arról, miként oldhatók meg a főntebbi problémák. Lényegében őt tekinthetjük az 1. ábrán látható Hubble-űrteljeszkóp (Hubble Space Telescope, HST) atyjának, végig ott volt az űrtávcső javasloi között, jelentős szerepe volt abban, hogy 1969-ben a NASA elfogadja egy nagy űrtávcső tervét. 1974-ben már konkrét javaslatok voltak a teleszkópra és annak műszereire, 1975-ben az Európai Űrügynökség is csatlakozott a projekthez, majd 1977-ben az Egyesült Államok Kongresszusa elfogadta az űrtávcső anyagi támogatását. Két évvel később az űrhajósok már víztartályokban gyakorolták az eszközzel kapcsolatos teendőket.

Itt érdemes egy kis kitérőt tennünk: vajon mikor kerülhetett Föld körüli pályára az első két méter kategóriájú távcsőtükör? A Key Hole-11 (KH-11, Kulcslyuk-11) jelzésű kéműholdak felbocsátásának időpontjai ismeretesek. Első példányukat 1976. december 19-én indították Titan 3D rakétával. Ezt már csak azért is érdemes megemlíteni, mert ez volt az első légkörön kívüli távcső, amit elektronikus érzékelővel, CCD-kamerával szereltek fel. A csillagászatban csak 1979-ben alkalmazták először a CCD-t. Összesen 9 darab KH-11 műhold jutott pályára, az utolsó 1990-ben. Az élettartamuk 3 év körül volt, főként azért, mert a célpontok megfigyeléséhez szükséges pályamódosításokhoz szükséges üzemanyag ennyi időre volt elegendő. Tömegük 13 tonna körüli volt, kicsivel több, mint az űrtávcsőé. Ez az, ami megbízhatóan tudható, a többi spekuláció, azonban a tényekből ésszerű az a

következtetés, hogy 2 méternél nagyobb átmérőjű tükrök, talán pontosan 2,4 méteres objektívek voltak ezeken a kémholdakon. Erre utal az is, hogy 1974-ben a HST korábban tervezett 3 méteres tükrét többek között azért zsugorították 2,4 méteresre, mert a kémholdakra kifejlesztett technológiák átvételével csökkenthetők voltak a gyártási költségek. 1992 és 2005 között a már nagyobb méretű KH-12 kémholdakból állítottak pályára 5 darabot Titan IV és IVB rakétákkal. Ezekről még kevesebbet tudni, de talán 3 méter kategóriájú tükreik lehettek. Hogy napjainkban milyen szemek vizsgálják fentről a Földet, még megbízható találgatások sincsenek... Az biztos, hogy jó néhány HST méretű távcső dolgozott fönt az elmúlt bő 30 évben.

1981-ben megalakult a Space Telescope Science Institute (STScI, Űrtelészköp Tudományos Intézet), a tervezett távcső tudományos működtetésére. Ekkor kapta a Hubble-űrtávcső végleges nevet is az eszköz. A teleszkóp felbocsátását 1986 októberére tervezték, de azt a Challenger űrrepülőgép katasztrófája megghiúsította. Közel négy év várakozás után, 1990. április 24-én indult Föld körüli pályájára a HST.

## Máskor verd be jól a patkószeget...

Valószínűleg már elfelejtették az űrtávcső optikai tervezői azt az angol versikét, mely szerint a rosszul bevert patkószeget előbb egy ló, majd az ország bukásához vezetett. Ha ennek a tanulságából indulnak ki, akkor talán elkerülhető lett volna az a hiba, ami egy nagyon drága műszer főtükrének rossz felületéhez vezetett. Az eredmény a kép olyan torzulása lett, amely lényegesen csökkentette a távcső felbontóképességét. A dolog képtelenségét jól szemléltette egy karikatúra, melynek egyik oldalán a Jupiter és a Szaturnusz eltorzult képe volt „a bolygók képe az űrtávcsővel” felirattal. A másik oldalon az űrtávcső miatt eltorzult emberi fejek: az adófizetők, a kongresszus tagjai. Keményen kellett dolgoznia a HST publicitásaért felelős embereknek később, hogy ezt a malört elfeledtessék az emberekkel. De talán nem kell elfelejteni, sőt inkább tanítani kellene a mérnököknek az ehhez hasonló eseteket, hogy a patkószőgön kívül másból is okulhassanak...

Az optikai elemeket gyártó Perkin-Elmer cég egy új, számítógéppel vezérelt polírozó technikát alkalmazott a tükrök készítéséhez, és a teljes rendszert egységében ellenőrző tesztet nem tervezett be. A Kodak cég is készíthette volna a tükröket, ők a hagyományos polírozással és a kész távcső tesztelésével együtt vállalták volna annak elkészítését. Az új technológia alkalmazása esetén elengedhetetlen volt a tükröző felületek nagy pontosságú, számítógéppel kiértékelhető ellenőrzése. Az optikai elemeket

legjobban magával a fény segítségével mérhetjük, kihasználva az interferencia jelenségét. Ezt teszik azok a tükröcsiszoló amatőr csillagászok is, akik például a Foucault-féle késélpróbával tesztelik a fényvisszaverő felületet. A HST tükrei hiperboloid felületűek, amiket egy kicsivel nehezebb tesztelni, mint a gömb, vagy akár a paraboloid felületeket. Ezért a mérésekhez egy úgynevezett nullkorrektort kellett használni, amelynek segítségével lézernyalábok interferenciája egyszerűbben és jobban használható a felület ellenőrzéséhez. Maga a nullkorrektor is két homorú tükrökből és egy mezőlencséből áll. Az eszközt már sikeresen alkalmazták más méretű tükrök készítésénél, csak kicsivel kellett méretezni/állítani rajta. A tükrök és a lencse is megfelelő minőségű volt, az egyedüli kritikus pont az elemek megfelelő pozicionálása volt. Itt történt a hiba: a mezőlencse 1,3 mm-rel távolabb volt a tükrőtől, mint kellett volna, és ez az eltérés elegendő volt a főtükrő felületének a fény hullámhosszának felével összemérhető hibájához. Marad a kérdés, honnan eredt ez az eltérés? A legvalószínűbb ok az igazán tanulságos része a dolognak. A nullkorrektor optikai elemeit mérőrudakkal állították be a megfelelő helyekre. A rudak vége lekerekített és polírozott, egyrészt, hogy ne okozzanak sérülést a tükrökben és a lencsében, illetve magukat a mérőrudakat is lézeres mérésekkel igazították a szükséges helyre. Ahhoz, hogy a rudak végének a közepén mérjenek a lézerrel, olyan mezősapkákat helyeztek oda, amiknek csak a közepén volt egy megfelelő méretű lyuk. A sapkákat matt felületű bevonattal látták el, ezzel elkerülhető lett volna, hogy az onnan visszaverődő fényre mérjenek. Azonban egy kis részen ez a bevonat lekopott, s az operátornak sikerült pontosan arra a pontra mérnie. Ez lehetett az a patkószög, ami a mezőlencse jó milliméteres elcsúszását, ezzel a nullkorrektor hibáját és az egész HST optikai rendszerének majdnem végzetesen rossz felületét okozta. Mindezt azzal együtt, hogy maga a számítógép vezérelte polírozás tökéletesen működött, csak éppen nem a megfelelő felülethez vezetett, az imént vázolt hiba miatt.

Egy ilyen, elkerülhető hiba különösen meglepő, hiszen sok lehetőség lett volna felismerésére. Egyes források szerint a tükrő független tesztelésére akár szigorúan titkos katonai eszközöket is használhattak volna. Az biztos, hogy az USA-nak ténylegesen volt is biztonságosan elzárt helyen ilyen eszköze, mint azt a Key Hole műholdak számossága is igazolja.

Első kétségbeesésükben az űrtávcső kutatói megpróbálták számítógépes úton korrigálni a felvételeket, és úgy élesíteni a képeket. De tudjuk, hogy egy életlenre sikeredett felvételt csak a rossz krímben szoktak a magasan képzett ügynökök tüéles képekké alakítani. A valóságban a szoftveres javításnak kényyszerű határai vannak.

## Szemüveget az űrtávcsőnek!

A tervezett tudományos program nagy részének megvalósításához nem volt megfelelő a rossz főtükörű távcső felbontóképessége. Addig, amíg nem sikerül valami gyógyírt találni, a képalkotást igénylő programok nagy részét leállították. A spektroszkópia esetében kisebb problémát jelentett az optikai hiba, ezért főleg erre koncentráltak. Habár a tükör felszíne eltért a szükségéstől, de a hiba nagy pontossággal egyenletes és ismert volt. Ezért azonnal adódott egy megoldás, amivel a leképezés egyszerűen javítható. Ahogy a szemüveg képes a látásunk meghatározott hibáit korrigálni, hasonlóan egyszerű optikai rendszerrel javítható a HST szeme is. Ebben az esetben persze a korrigáló elemet nem a távcső, hanem a detektorok elé kell helyezni. Habár voltak olyan vélemények is, hogy magát a tükröt kellene korrigálni – esetleg a felfüggesztés „megnyomorításával”. Szerencsére az előző megoldás győzött.

A HST fő érzékelőjének számító „nagylátószögű és bolygókamera” cserepéldányán ráadásul már dolgoztak, hiszen az űrtávcső felbocsátása késett, és a csereelemek előkészítése közel az eredeti menetrendnek megfelelően zajlott. A „nagylátószögű kamera” (Wide Field Camera) cseréjét eleve tervezték az első szereléskor. Mivel az indítás után 3 évvel jöhetett létre az első HST szervizmisszió az űrrepülőgéppel, minimális költséggel javíthatóvá vált a távcső. Persze így éveket kellett várni, míg megvalósult az űrbéli javítás, és két érzékelőt is lecseréltek. A csereként beépített, megfelelő „szemüveggel” ellátott WFPC2 (Wide Field and Planetary Camera 2) készítette az űrtávcső legtöbb látványos felvételét.

A WFPC2 esetében igazából nem kellett külön optikai elemet beépíteni. A megfelelő nyílásviszonyú leképezést külön optikai rendszerrel – lényegében Cassegrain-távcsövekkel érték el. Minden CCD chip egyedi optikájánál a segédtükröt korrigálták úgy, hogy a leképezés megfelelő legyen. Persze kompromisszumokra így is szükség volt, hogy a módosított kamerát megfelelő időre hibamentesen elkészítsék költségtúllépés nélkül. Az eredeti tervek szerint 8 független leképező rendszert építettek volna be a kamerába, a szám aztán lecsökkent négyre. Ebből három a nagylátószögű kamerához, ami  $f/12,9$ -re növeli a fényerőt, és egy maradt bolygókamerához a maga  $f/28,3$  effektív nyílásviszonyával. A négy kép egymás melletti égtérületeket képez le, amiből egynek kisebb a látószöge. Ha méretarányosan egymás mellé tesszük a négy képet, megkapjuk a WFPC2 jellegzetes lépcső formájú ábráit. Minden egyes részkamerához egy  $800 \times 800$  pixeles CCD tartozott, a felbontás igazából kisebb lett így, mint amekkora ténylegesen kihozható a korrekció után már diffrakció-határolt HST-ből. Egye-

dül a kisebb látószögű kamera esetén lehetett megközelíteni a tényleges felbontási határt. (A távcső részpixelnnyi elmozgatásával lehetőség volt az elvi határ jobb megközelítésére.) A WFPC2 1993 decemberében a helyére került és a korábbi nehézségek ellenére tökéletesen működött. A NASA 1994. január 13-án publikálta a javított optikájú WFPC2-vel készült első felvételeket. A hályog lehullt az óriási szemről, a képek azt mutatták, amit eleve vártak a HST-től.

Az űrtávcső többi kamerájából még nem készültek újabb típusok az első szerviz idejére. Azok számára tényleg szemüvegre volt szükség, igaz nem egy lencsére, hanem tükrökből álló rendszerekre. A COSTAR (a Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement talán az egyik leghosszabb név egy szemüvegre: „űrtávcső tengely menti korrekciós optikai helyettesítő”) segítségével a „halvány objektumok kamérajá” (FOC = Faint Object Camera) is nagyon jól megközelítette az elméleti felbontást, ami elegendő lett arra, hogy például leképezze a Betelgeuze csillagkorongját. A COSTAR a HST két spektrográfját is kiszolgálta egy jó ideig. Mivel a korrekciós optika maga is tekintélyes méretű berendezés, egy tudományos műszer, a gyors fotométer helyét áldozták fel számára. Később az egyes kamerák cseréjekor a WFPC-hez hasonlóan olyan belső optikákat építettek, amikhez már nem volt szükség a COSTAR-ra, s végül az utolsó, 2009-es szervizeléskor ki is szerelték azt.

## Az űrtávcső újjászületései

A HST első újjászületése, gyakorlatilag életképes megszületése, az optikai hiba korrekciójakor volt. A Hubble-űrtávcsövet eredetileg 15 évi működésre tervezték. Sajnos ebből az első három tényleges csecsemőkorra vált, szűkösebb lehetőségekkel. Ezért is örült mindenki annak, hogy 1997-ben arról döntöttek, hogy 20 évre hosszabbítják meg a HST élettartamát. Sajnos sok minden másként alakult, mindezt a Columbia űrrepülőgép 2003-as katasztrófája tetézte. 2005-ben, éppen amikor az eredetileg tervezett 15 év lejárt, törölték a HST szervizelését az űrrepülőgép repülési terveiből. Persze ettől még a HST továbbra is működött, bár időnként már kissé akadozva. Jelen írás tervezett címe az lett volna, hogy Búcsú a Hubble-űrtávcsőtől, hiszen az évkönyv éppen a HST 20. életévében jelenik meg. Szerencsére nem kell búcsúzkodnunk, hiszen egy új NASA-igazgató még a gazdasági válság előtt olyan döntést hozott, amely lehetővé tette egy újabb „infúzió” beadását, legalább további 5 évvel meghosszabbítva a korosodó űrtávcső életét. Ez a beavatkozás ráadásul nagyon jól sikerült,

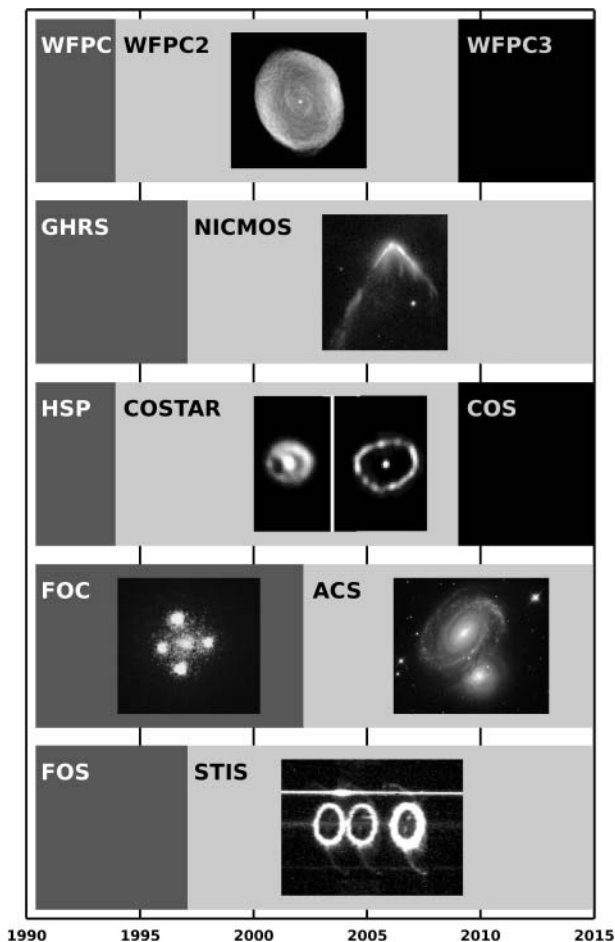
tényleg újjászületéssel kecsegtetve a keringő obszervatóriumot. Mivel az új detektorok már a mai kor technológiáját tartalmazzák, a csere minőséginek is tekinthető. A 2. ábrán összefoglaljuk, hogy a különböző detektorok mikor működtek a HST-n.

## Színek, színek és színek

A Hubble-űrtávcső felbocsátása előtt beindult a propagandagépezet is. Nemcsak a kutatók, hanem a nagyközönség is várta ez első eredményeket – nem véletlenül, hiszen a korábbi csillagászati felvételeknél lényegesen jobb képeket ígértek a Világegyetem titkairól. A kezdeti kudarc megghiúsította ezeket a várakozásokat. Amikor biztossá vált a korrigált optika megfelelő működése, az ismeretterjesztés még nagyobb lendülettel indult el. Az emberek véleményét meg kellett változtatni, elfeledtetni a korábbi bajokat. Az űrtávcső ebben is nagyon jól szerepelt.

A nagylátószögű kamera jó tudományos használhatóságának egyik titka, hogy nagyon sok (40) spektrális szűrőt használhat. Ezek jó része keskeny sávú szűrő, azaz lényegében csak egy elemre jellemző színképvo-nal hullámhosszait engedi át. Ennek megfelelően egy adott elem előfordulása figyelhető meg egy adott felvételen. Ráadásul, mivel a meghatározott vonalban a fénykibocsátás erősen függ a hőmérséklettől, több felvétellel egy adott ködösség hőmérsékleti eloszlására is következtetni lehet. A megfelelő szűrők használatával kinyerhető asztrofizikai fontosságú információk felsorolásával hosszú oldalakat tölthetnénk meg. Tudományos célokra a nyers felvételeknél csak a kalibrációs célú módosításokat végzik el, s lényegében az egy adott hullámhosszra vagy színképtartományra jellemző szürke képekkel dolgoznak. A jó ismeretterjesztő „propaganda-képekhez” azonban ennél többre van szükség!

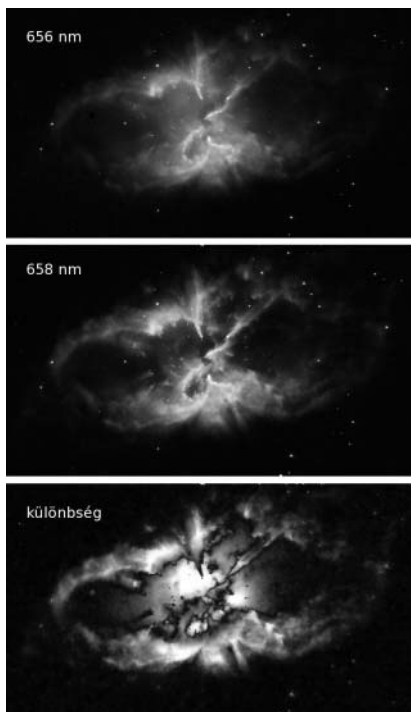
A színek szerepét a nagyközönség megnyerésében rögtön az elején felismerték és használták. Külön alkotógárda alakult a HST képeinek grafikai munkáira. A Hubble-örökség Csoport (Hubble Heritage Team) szerepe nem a tudományos információ kinyerése, archiválása, hanem a képek esztétikai szempontból is magas szintű megjelenítése. Az emberek többsége többet vár annál, mint amit például saját szemével egy távcső-vön keresztül lát. A színek csak korlátozva jutnak át. A színes fényképezés segített abban, hogy megláthassuk az Univerzumot a maga színeiben. Az emberi szem nappali látásért felelős idegsejtjeiből háromfajta-t találunk, amik hozzávetőlegesen a piros, a zöld és a kék színekre érzékenyek. Ennek megfelelően, ha ehhez hasonló szűrőkkel készítünk felvételeket,



2. ábra. A HST műszereinek története. Ahol lehetséges volt, a kamerával készült egyik jellemző képet is bemutatjuk. A COSTAR esetén a Nova Cygni 1992 maradványának az FOC-val készült, a korrekciós optika beszerelése előtti és utáni képét mutatjuk. Rövidítések: WFPC : Wide Field and Planetary Camera; GHRS: Goddard High Resolution Spectrograph; NICMOS: Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer; HSP: High Speed Photometer; COSTAR: Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement; COS: Cosmic Origins Spectrograph; FOC: Faint Object Camera; ACS: Advanced Camera for Surveys; FOS: Faint Object Spectrograph; STIS: Space Telescope Imaging Spectrograph. Az ACS kamera 2007 óta csak nagyon korlátozott üzemmódban működött. A 2009-es szervizeléskor a nagylátószögű csatornát sikerült javítani, de a nagy felbontású üzemmód működésképtelen maradt. Az STIS 2004-ben romlott el, de az utolsó szervizeléskor megjavították.

majd a három felvételt a megfelelő színekkel jelenítjük meg, a szemünk számára elfogadható színvisszaadást kapunk. Ez történik például a tévéképernyőkben vagy a számítógépes monitorokban. A színes filmezésben, fényképezésben használt RGB szűrők viszont nem segítenek a tudományos kutatásban, a csillagászati szűrőket asztrofizikai szempontok figyelembevételével készítik. Szerencsére vannak közeli szűrők, és azokkal megfelelő „fehérkép” korrekcióval nem túl rossz színű képeket kaphatunk. A HST esetében a B, V és I szélessávú szűrők képeit lehet használni (ezek a kék, a vizuális sárgászöld és a közeli-infravörös tartományban érzékenyek). A HST közel jó színhelyességű felvételek általában ezzel a kombinációval készültek.

Azonban a legsikeresebb és legismertebb HST képek nem színhelyesek, viszont gyönyörű szépek. Honnan jönnek akkor azok színek? A szép képekhez ráadásul nem csak a színpaletta fontos, hanem a megfelelő kontraszt is. Ez utóbbiban nagyon sokat segítenek a keskeny sávú szűrők. Ezek viszont nagyon távol esnek a színlátáshoz szükséges spektrális áteresztőképességtől. Ráadásul előfordulhat az is, hogy nagyon közeli színképvonalakat érdemes kombinálni. Nagyon sok HST képhez használták például a hidrogén alfa és az egyszer ionizált nitrogén egyik vonalát. Ezek hullámhossza 656 és 658 nanométer, a vörös tartományban. A szem számára gyakorlatilag azonos színeket jelent a két szűrő, de a rajtuk át látott kép merőben eltérő lehet (3. ábra). S találunk még egy vöröset, a gyakran használt színképvonalak közül, az egyszer ionizált kén 673 nm-es sugárzását. Ha a 3 piros hullámhosszból színhelyesen készítenének képet, akkor az igencsak eltérő információk is összeolvadnának. A megoldás az, hogy elfeledkezünk a színhelyességről, és a három felvételt egy-



3. ábra. Az n2818 planetáris köd két, emberi szemmel megkülönböztethetetlen (656 és 658 nm-es) vörös színképvonalban és a két kép különbsége

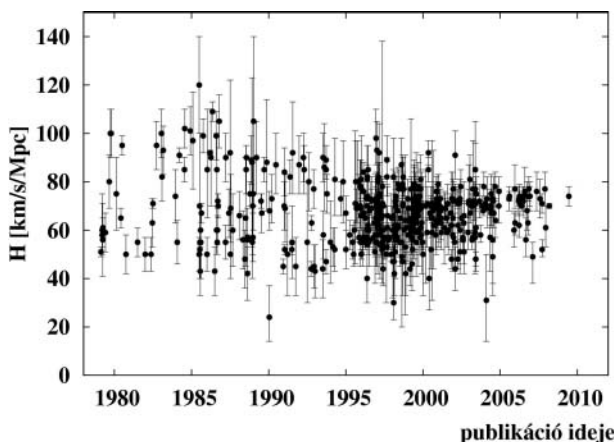


szerűen az RGB csatornáknak feleltetjük meg. A már említett 3 vörös színképvonal közül kettő mellé általában a kétszer ionizált oxigén 502 nm-es, zöldes sugárzását szokták még használni. A legtöbb „díjnyertes” kép az előző szűrők kombinációjával készül.

Három szűrkeáryalatos képet hatféleképpen rendelhetünk hozzá az RGB színcsatornákhöz, ezek mindegyike eltérő hangulatú lesz. Többségük nem tűnik természetesnek, neonszínűek, rikítóak. Egy kombináció viszont sokszor kikeveredik, ahol a kékek, vörösek és barnák megfelelő arányban vannak. Ehhez általában az NII – vörös, H $\alpha$  – zöld és OIII – kék kombinációt használják. Egy művészettörténész hónapokon át figyelte a Hubble-örökség Csoport működését, és arra a megállapításra jutott, hogy jelentős hasonlóság van a publikus képek és a 19. századi amerikai romantikus tájképfestmények színvilága között. Talán a képek elkészítésénél az esztétikai szempontok ebből a hasonlóságból erednek. A HST-képek követik a romantikus tájképek tradícióit, illeszkednek abba a népszerű és ismerős elképzelésbe, amely definiálja azt a képet, amilyennek a természeti környezetünket látni szeretnénk. A 19. századi művészek az amerikai nyugat tájainak monumentális csodáit akarták megmutatni az embereknek, és ezt teszik a HST képei az egész Világegyetemmel. A HST képek művészi igényességű megalkotása a nyers felvételekből nagyban hozzájárult azok nagy sikeréhez. A képzetet sok esetben további életet is adott a képeknek, esztétikai értékük alapján egyes felvételek kortárs művészetek múzeumaiban is helyet kaptak, de balettelőadás is született, ahol a háttér, vagy éppen a táncosok megvilágítását az égi kódok HST fotói jelentették. Nemcsak csillagászati és tudományos ismeretterjesztő, hanem időnként még bulvármagazinok címlapján vagy akár rockzenei CD-k borítóján is megjelentek csillagkeletkezési területek, planetáris kódok és más objektumok színes felvételei.

## Méltó a névadóhoz

Gyönyörködhetünk a Hubble-űrtávcső felvételeiben, de az eszköz elsődleges célja azért a csillagászat tudománya! A kutatási témák közül is első helyen illik megemlíteni a Hubble-állandó mérését, már csak a névadás miatt is. Edwin Hubble az 1920-as években ismerte fel, hogy az Andromeda-köd és sok más halvány fénypamacs nem a Tejútrendszer részei, hanem sokkal távolabbi objektumok, galaxisok. Új kép alakult ki a Világegyetemről. Nem sokkal később felismerte azt is, hogy a galaxisok távolodási sebessége a távolságukkal növekszik – a Világegyetem tágul. Hubble



4. ábra. A Hubble-állandó becslései az elmúlt 30 évben. A mérésekhez tartozó függőleges vonalak a becslések hibáit jelzik. Jól látszik, hogy a HST előtti időszakban két eltérő értéket „szerettek” a kutatók, eltérő alapfeltevésekkel. A hibák is csak a kiinduló hipotézis keretein belül érvényesek. A Hubble-űr-teleszkóp mérésein alapuló legújabb, már 5%-nál pontosabb becslés az utolsó adatpont. A korábbi (2003-as) HST adat eltűnik az akkor megjelent sok publikált érték között.

felfedezéseit a kor egyik legkorszerűbb távcsövével a Mt. Wilson Obszervatóriumban tette. Mindehhez a galaxisokban lévő cefeida típusú változócsillagokat hívta segítségül, kihasználva, hogy azok abszolút fényessége a periódusukkal arányos. Minél jobb egy távcső felbontóképessége, annál könnyebben elkülöníthetők a távoli galaxisokban is az egyedi cefeida csillagok. Minél több ilyen csillag segítségével mérjük meg újabb és újabb galaxisok távolságát, annál jobban felmérhetjük az Univerzum tágulásának sajátosságait. A Világegyetem tágulásának mértéke a Hubble-állandó ( $H$ ), amely megadja a távolodási sebesség értékét a távolság függvényében:  $v = Hr$ . (Meg kell jegyeznünk, hogy a Hubble-törvény teljes mértékben a vöröseltolódásra igaz és nem a sebességre, de a Hubble-állandónál a  $\text{km/s/Mpc}$ -es itt felírt törvénybe illő mértékválasztás maradt meg.)

A Hubble-állandó a kozmológia egyik fő mérőszáma. Pontos ismeretétől sok egyéb adat, paraméter függ, így például az Univerzum kora is. Maga Hubble még  $500 \text{ km/s/Mpc}$  értéket határozott meg, majd a mérések pontosodásával az érték folyamatosan csökkent. A HST működését megelőző időszakban a Hubble-állandó értékét meglehetősen bizonytalanul ismertük. Voltak, akik  $50 \text{ km/s/Mpc}$  körüli érték mellett törtek lándzsát, mások a  $100 \text{ km/s/Mpc}$ -et valószínűsítették. Igazából a két érték között bárhol lehetett a tényleges állandó az akkori ismereteknek megfelelően.

Nem véletlen tehát, hogy a Hubble-űrtávcső egyik fő célja a Hubble-állandó meghatározása lett. Erre a témára egy külön csoport a „Hubble Telescope Key Project to Measure the Hubble Constant” (HST kulcsprojekt a Hubble-állandó mérésére) alakult. A program célkitűzése az volt, hogy legalább 10% pontossággal meghatározzák a  $H$  értékét. A méréshez a cefeidáknak megfelelő távolságskálából indultak ki, melyek segítségével 18 galaxis távolságát határozták meg a korábbinál pontosabban. A sort bővítették 13 további galaxissal, melyekre cefeidák alapján publikált távolságadatok léteztek. Végül a változócsillagokkal meghatározott adatok segítségével másodlagos távolságindikátorokat kalibrálva a csoport célba ért, a kívánt pontosságot elérve  $72 \pm 8$  km/s/Mpc értéket adtak meg a Hubble-állandóra (4. ábra). Ez az eredmény a csoport utolsó cikkében jelent meg, melynek címe szerint ez a projekt „végső eredménye”. Persze, „sohase mondd, hogy vége”, különösen a pontosság növelésében sosem érhetünk végső konklúzióra. Ez így is lett, hiszen 2009-ben, közeli-infravörös tartományban mérve, még pontosabban összekötve a cefeidák távolságskáláját az Ia típusú szupernóvák kalibrálásával, sikerült 5 százalék alá csökkenteni a hibát. A pontosság növelésében fontos volt az, hogy egy adott eszköz (a HST) méréseit használták minden egyes lépéshez. Már léteznek tervek a hiba 1% alá csökkentésére is...

## A HST 10 legfontosabb eredménye

Elégge esetleges a Hubble-űrtávcső számos eredményéből mindössze tizet kiválasztani. Mégis próbálkoznak ezzel időnként. A legújabb apropó a válogatáshoz a HST utolsó szervizelése volt. Ebből az alkalomból gyűjtött össze Mario Livio, a Space Telescope Science Institute asztrofizikusa egy csokornyit a „top 10” felfedezésből.

### Sötét energia

A szupernóvák fényességének mérése alapján derült ki, hogy a távoli galaxisok nem olyan mértékben távolodnak, mint korábban gondolták. Az Univerzum felfúvódása nem lassul, ahogy azt korábban feltételezték, hanem létezik egy nagyobb skálákon taszító erő. Az erőhatáshoz tartozó szubsztancia egyelőre teljesen ismeretlen. Annyit tudni róla, hogy nem úgy viselkedik, mint a közönséges anyag – egyelőre jobb híján sötét energiának hívják. Az ACS kamera jóvoltából nagyon távoli (5–8 milliárd fényévre lévő) szupernóvákat is megfigyeltek, amelyek alapján következtettek arra, hogy abban az időszakban még lassult az Univerzum tágulása.

### **Sötét anyag**

A Világegyetem gravitáló anyagának csak egy kis része látható például csillagok, vagy világító ködök formájában. A láthatatlan rész akár az anyag 22 százalékát is kiteheti. A sötét anyag azonban indirekt módon kimutathatóvá válik a gravitációs-lencse-hatás segítségével. A HST például az Abell-1689 galaxishalmaz képeinek torzulásából mutatott rá a sötét anyag jelenlétére a Világegyetem azon területén.

### **Hubble mélyég-felvétel**

Az optikai fényben készült legnagyobb felbontású felvétel az égbolt azon részéről, ahol kevés csillag zavarja meg a távoli galaxisok sokaságának látványát. A Világegyetem távoli múltjáról készül felvétel segítséget ad többek között az Univerzum korának pontos becsléséhez. Mivel ezen a területen több mint 1500 extragalaxist figyeltek meg, a kapott adatbázis jelentősen hozzájárult a galaxisok fejlődésének tanulmányozásához is.

### **Fekete lyukak**

Már régen feltételezték, hogy a galaxisok középpontjában nagy tömegű fekete lyukak vannak, A HST nemcsak bizonyította ezt az állítást, hanem kapcsolatot talált a központi fekete lyuk tömege és az azt tartalmazó galaxis központi dudorának mérete között.

### **Exobolygók**

A különböző földfelszíni felmérések jóvoltából az ismert exobolygók száma rohamosan növekszik. A HST készítette viszont az első felvételt egy Naprendszeren kívüli planétáról. A Fomalhaut körül keringő bolygóról készült felvétel fontos esemény az exobolygók kutatásának történetében.

### **Bolygószámlálás**

Hiába a sok felfedezett exobolygó, igazi statisztika még nem létezik a bolygórendszerek előfordulásáról. A napjainkban keletkező bolygórendszerek száma viszont egyértelműen nagy, amint azt a HST az Orion-köd esetében kimutatta. Számos fiatal csillag körül találtak olyan protoplanetáris korongokat, amelyekben bolygórendszerek születnek. A naprendszerek valószínűleg sokkal többen vannak, mint azt korábban gondolták.

### **A nagy becsapódás**

1994-ben a Shoemaker-Levy 9 üstökös töredékei becsapódtak a Jupiter-be. A ritkán előforduló heves kozmikus katasztrófáról a Hubble-űrtávcső nélkül nem születhettek volna ennyire részletes felvételek. A becsapódás

megfigyeléséből a Jupiter légkörének összetételére is következtethettek, de meg kell említeni azt is, hogy a máshol megfigyelt katasztrófa hatására a politikusok is komolyabban vették a Földre potenciálisan veszélyt jelentő kisbolygók kutatását.

### **Csillagpopulációk**

A Hubble-űrtávcső nagy felbontása és a hozzá társuló stabil fotometria jóvoltából az Androméda-galaxis egyes csillagairól is készültek megfelelő fényességmérések. Az Androméda csillagstatisztikájából a galaxisok történetéről tudhattak meg többet az asztrofizikusok.

### **A Hubble-állandó értékének pontos meghatározása**

Erről a fentiekben részletesebben is beszámoltunk. A hiba 5% alá csökkentése a HST egyik fő eredménye.

### **Gammakitörések**

A HST optikai megfigyelései segítettek abban, hogy a gammakitöréseket egyértelműen a nagy csillagkeletkezést mutató galaxisokhoz kapcsolják. Így ma már tudjuk, hogy a gammakitörések nagy tömegű csillagok összeomlásához kapcsolódnak.

Sorolhatnánk a fontos felismeréseket, de akkor egy teljes kötetet megtölthetnénk azok részletes bemutatásával. Az űrtávcső utolsó szervizelésekor megújult érzékelőivel korábbi képességeit is túlszárnyalhatja. Érdeemes lesz odafigyelnünk újabb felfedezéseire.

ILLÉS ERZSÉBET

## Hogyan látjuk ma az óriásbolygók világát?

### Összehasonlító planetológiai áttekintés

Rengeteg új eredmény született a Jupiter rendszerével kapcsolatban a *Galileo*, valamint a Szaturnusz rendszerével kapcsolatban a *Cassini*-szonda mérései alapján. A mérések feldolgozása még egyik szonda esetében sem fejeződött be. A kutatóknak néha nagyon türelmes munkával évekig kell dolgozniuk egy-egy megfigyelés magyarázatán. Eredményeiket sokszor kis lépésenként publikálják, mindig egy-egy apró adalékot adva az eddigi ismeretekhez. Azonban mindig gondosan megvizsgálják, hogy az új eredmény mennyire illeszkedik bele az eddig elfogadott képbe. S ami a kívülállóknak csak „érdektelen részletnek” tűnik, az ennél a beillesztésnél kapja meg az igazi értékét. Ekkor látszik ugyanis, hogy egy-egy részmegfigyelés hogyan feszíti szét az addigi felfogás kereteit, és hol kell változtatni az elméleteken (és jó, ha arra is utalást kapunk, hogy milyen irányban). Más bolygószondák, a Hubble-űrtávcső (HST) és földi távcsövek mérései is segítik ennek a képnek az összeállítását. Cikkünk célja, hogy az óriásbolygókkal és a körülöttük keringő holdakkal és gyűrűkkel kapcsolatos – néha szemléletünket is megváltoztató – eredményeket összefoglalja.

### A Galileo- és a Cassini-űrszonda útja

A *Galileo*-szonda 1995–2003 között működött a Jupiter rendszerében. Öt évvel dolgozott tovább, és négyszer több sugárzást szenvedett el a tervezettnél. A szonda terveit 1977-ben kezdték kidolgozni. Kétszeri halasztás után 1989-ben indították Föld körüli pályáról. Egy Vénusz-megközelítés (1990. február 10., 16 124 km) és két Föld-megközelítés (1990. december 8., 960 km; 1992. december 8., 306 km) lendítette a szondát a Jupiter rendszerre felé, miközben elhaladt, és méréseket végzett a Gaspra (1991. október 29., 1 600 km) és az Ida (1993. augusztus 28., 2 400 km) kisbolygók környezetében. A Jupiter rendszerébe 1995. december 7-én érkezett meg a róla

1995. július 13-án levált légköri kapszulával együtt. Ez utóbbi leereszkedett az óriásbolygó légkörébe, és 57 percen keresztül továbbított in situ mérési adatokat a felhőzet alatti 156 km hosszú útról. Közben az anyaszonda 892 km-re közelítette meg az Io holdat, így annak fékező hatása segítségével – természetesen saját hajtóművét is használva – Jupiter körüli pályára állt, és reléállomásként fogadta a légköri szonda adatait.

Az eredeti mérési terv 1997 decemberéig, vagyis két évre szólt. Ezalatt a szonda 11-szer kerülte meg a Jupitert, miközben az Io és az Europa holdakat is többször megközelítette. Ezután a 12–25. keringés alatt, 1997 decembere és 2000. január 31. között zajlott megfigyelési program hat Europa-megközelítéssel főleg az ezzel a holddal kapcsolatos kutatásokat állította a középpontba (Galileo Europa Mission). Ennek az első kiterjesztett programnak a vége felé engedték csak meg a program vezetői, hogy a főantenna meghibásodása miatt fotózásra nem használt első Io-megközelítést pótolják. A Jupiter magnetoszférájának belső részében mozgó Io megközelítése ugyanis az erős sugárzás miatt a szonda számára kockázatos. Az Io három nagy megközelítése idején tőle 611 km-re, illetve 200 és 199 km-re haladt el a szonda, az első és a harmadik esetben az egyenlítője, a második esetben a déli pólusa felett.

A még mindig működőképes szonda egy további, az úgynevezett Galileo Millennium Mission nevű programban is részt vett, amikor 2000 decemberében a Jupiterhez érkező Cassini-szondával hajtott végre koordinált méréseket. Mielőtt még az utolsó csepp hajtóanyag is elfogyott volna, a 35. keringésekor, 2003 szeptemberében a Jupiter légkörébe irányították, hogy ott elégjen, és nehogy véletlenül a kontroll nélküli repülések során beleütközzön az Europa holdba.

A Cassini-szonda 2004 óta kering a Szaturnusz rendszerében. 1983-ban kezdték tervezni, 1997. október 15-én indították, és 2004. július 1-jén állt Szaturnusz körüli pályára két Vénusz-megközelítés (1998. április 21., 300 km-re és 1999. június 20., 2 267 km), egy Föld-megközelítés (1999. augusztus 16., 500 km) és egy Jupiter-megközelítés (2000. december 30., 10 millió km) után. 2004. december 24-én leválasztották róla a *Huygens* leszálló egységet, amely 2005. január 14-én ereszkedett le a Titán légkörébe. Az adatokat az első fél órában a felette elrepülő Cassini-szonda továbbította a Földre, de szerencsére a földi rádiótávcsövek közvetlenül is vették a Huygensnek a talajt érés után még 2,5 órán keresztül 12 wattal sugárzott gyenge jeleit. Miután a Szaturnusz holdjai közül csak a Titán elég nagy tömegű ahhoz, hogy komoly pályamódosításokat okozzon, ezért az első négy év tervezett programjában szereplő 75 keringésből 45-ször a Titán holdat közelítették meg. Ezek közül 23 esetben 950 km-nél közelebb repült el

mellette a Cassini. A 2007. január közepén végzett pályamódosítást úgy hajtották végre, hogy a Cassini pályáját kiemeljék a gyűrűk síkjából, így egyrészt a gyűrűket, másrészt a Szaturnusz légkörét is mintegy „felülről” és „alulról” fotózhatta. A 2004–2008 közötti első négy éves megfigyelési programot két évre kiterjesztették Equinox Mission címen 2010. szeptemberig.

E vázlatos történeti áttekintés után nézzük, hogy összehasonlító planetológiai szempontból milyen fontosabb eredményeket hozott a Galileo- és a Cassini-szonda sikeres útja!

## Az óriásbolygókkal kapcsolatos eredmények

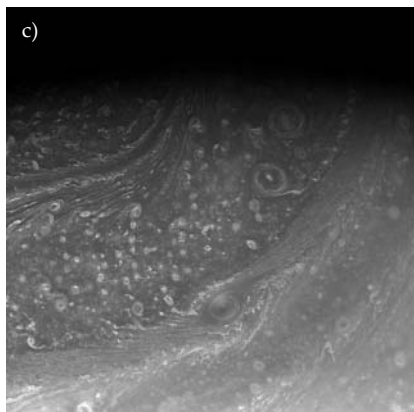
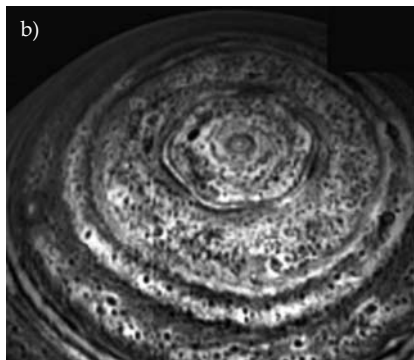
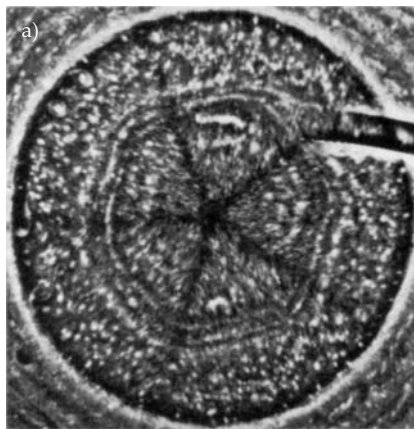
### Az óriásbolygók keletkezésének módja és helye (Galileo légköri szondája)

A Galileo leszálló szondájának kémiai összetételt vizsgáló berendezése a mérési helyen sokkal kevesebb héliumot, ugyanakkor sokkal több szennet, ként, nitrogént és nemesgázt (argont, kripton, xenont) talált a Jupiter légkörében, mint azt az eddigi Naprendszer-keletkezési elméletek alapján várták.

*A több szén, kén és nitrogén a keletkezés módjára utal.* Azt jelenti, hogy a Föld típusú bolygókhoz hasonlóan a Jupiter – s akkor a többi óriásbolygó még inkább – planetezimálok összeállásával indult növekedésnek, és nem gravitációs kollapszussal keletkezett. Vagyis az óriásbolygók a körülöttük lévő szoláris köd gázanyagát csak akkor tudták magukhoz kötni, amikor sziklás magjuk már elég nagy volt. Ez azt is jelenti, hogy ennek a sziklás magnak olyan gyorsan kellett összegyűlnie, hogy addig a napszél ne tudja kifújni a gázt a szoláris ködből. A kevesebb hélium viszont azt mutatja, hogy még most is differenciálódik a Jupiter. Héliumcseppek keletkeznek a belsejében, amelyek leülepednek. A belső hő ezekből a folyamatokból származik.

*A több nemesgáz a keletkezés helyére utal.* A nemesgázok az ősi szoláris köd távoli vidékein, alacsony hőmérsékleteken csapódnak csak ki, és épülnek be „sziklaalkotóként” a keletkező kis testekbe, amelyek később a bolygók összeállásakor a bolygók anyagát gazdagítják (az argon például 4 K környékén, tehát 40 CSE-re, vagyis a Neptunusz távolságán is túl). Az eddigi Naprendszer-keletkezési elméletek alapján úgy gondolták, hogy az óriásbolygók abban a távolságban keletkeztek, tehát anyagukat is ott gyűjtötték, ahol jelenleg keringenek. Az a tény azonban, hogy az 5 CSE távolságban keringő Jupiteren a vártnál több nemesgáz van, ellentmond ennek az elképzelésnek.





Megoldásként háromféle okra lehet gondolni: 1.) lehetséges, hogy a Jupiter távolabb keletkezett, és keletkezése óta közeledett a Naphoz. Ezt az elképzelést megerősíteni látszik a nemrégiben más csillagok körül felfedezett, sok Jupiter-szerű exobolygó esete, amelyek saját csillaguktól meglepően kis távolsága keringenek. 2.) lehetséges, hogy sok, a Neptunuszon túl keletkezett kis égitestet, planetezimált gyűjtögetett magába a Jupiter, tehát nemcsak saját környezetének anyagából épült fel. 3.) lehetséges, hogy az ősi szoláris köd, amelyből a Naprendszer keletkezett, sokkal hidegebb volt, mint eddig feltételezték.

E megfigyelési tény miatt mindenképpen finomítani kell a Naprendszer keletkezésére vonatkozó eddigi elképzeléseinket.

### Poláris örvények segítik a légtömegek egymás melletti elcsúszását

(Cassini és Vénusz-szonda)

Már a korábbi szondák képei is mutatták, hogy a Szaturnusz északi pólusánál valami furcsa, hatszögletű mintázat van (1.a. ábra). Most a Cassini nagy szélességről készített felvételei nemcsak megerősítették ennek a több tízezer kilométer átmérőjű „hexagonnak” a létét (1.b.

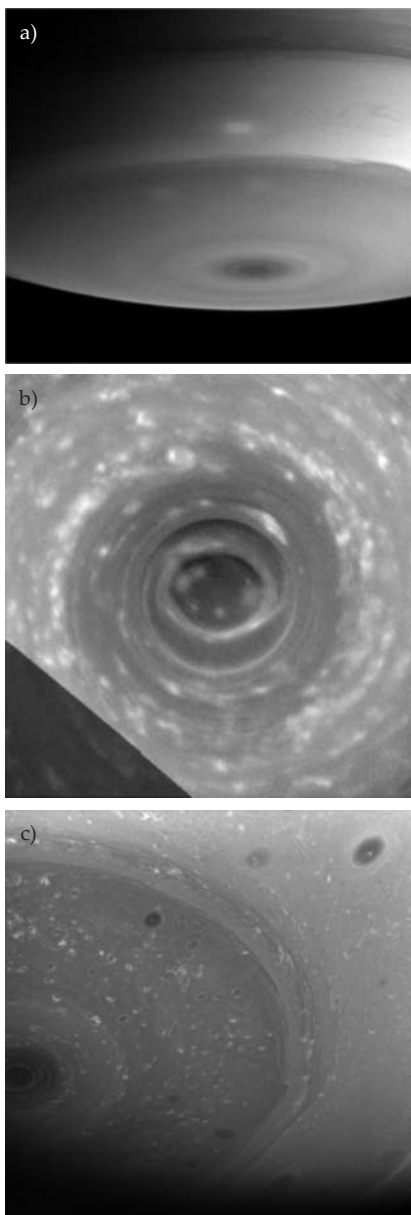
1. ábra. A Szaturnusz északi poláris örvényének hatszögű felhőmintázata (Hexagon) a: Voyager-2 fotón, b: Cassini-fotón, c: egy részlete nagyobb felbontással Cassini-fotón

*ábra*), hanem a finomszerkezetére is fény derült (1.c. *ábra*). Ugyanakkor a déli pólusnál egy körülbelül 2000 km átmérőjű, a földi trópusi ciklonokra emlékeztető örvény képe bontakozott ki (2.a. és b. *ábra*), ahol – a kutatók döbbenetére – a ciklon „szeme” körül 50–60 km magas felhőfal látszott. S ezt a „szemet” is egy több tízezer kilométer átmérőjű terület övezi, amelyen belül rengeteg kis örvény keletkezik, kavarog, és valószínűleg közelít a központi örvényhez (2.c. *ábra*).

Sajnos, sem a Voyagerek, sem a Galileo-szonda nem haladt olyan magas szélességek felett, hogy jól láthatnánk mi van a Jupiter pólusain. Vajon ott is vannak poláris ciklonok? De a Mariner-10 (3.a. *ábra*) és a Venus Express (3.b. *ábra*) a Vénusz déli pólusán talált poláris örvényt, amely ráadásul kétközpontú. Vajon minden légkörben egy-egy örvény forog a pólusokon, úgy hogy a bolygóval – nem szilárd testként – együttforgó (a pólus két oldalán egymással ellentétes irányba mozgó) légkör légtömegei egymás mellett elhaladva el tudjanak csúszni egymás mellett?

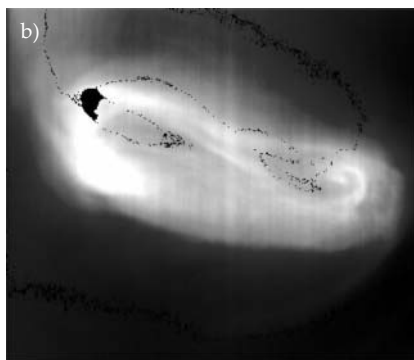
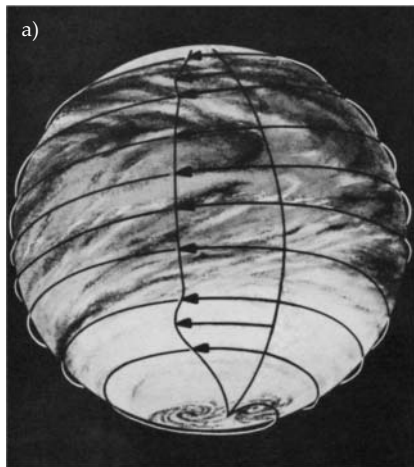
Miért aszimmetrikus a Szaturnusz két pólusa, vagy miért aszimmetrikus a Jupiter két félgömbjének mintázata? Erre még nem derült fény, de nagyon érdekes mindkét kérdés.

2. ábra. A Szaturnusz déli poláris örvénye egyre közelebből, Cassini-fotók



### Belső hő hajtja az óriásbolygók meteorológiáját (Galileo és Cassini)

A Jupiterre vonatkozó másik lényeges eredmény egy zivatarfelhő megfigyeléséből adódott. A Jupiterrel kapcsolatban ugyanis régóta foglalkoztatja a kutatókat az a kérdés, hogy a Naptól távol hogyan tudnak rajta olyan dinamikus légköri jelenségek zajlani, amilyenekhez sok energiára van szükség. Pontosabban fogalmazva: a Naptól kapott energia vagy a Jupiter belső hője szolgáltatja-e az energiát a nagyléptékű meteorológiai jelenségekhez. Ezt a kérdést segítette megválaszolni a megfigyelt vihar.



3. ábra. A Vénusz déli poláris örvénye a: Mariner-10 és b: Venus Express-képen

A Galileo-szonda egyik éjszakai felvételén sok villám mutatkozott, majd a másnapi felvételek ugyan ezen a helyen magasba tornyosuló fehér felhőket mutattak egy körülbelül 4000 km hosszú és 50 km magas térrészben. Vagyis egy komoly vihar kialakulását lehetett nyomon követni. A villámok erősségéből, valamint a feltornyosuló fehér viharfelhő méreteiből és élettartamából kiszámolták, hogy mennyi energia szabadulhat fel egy ilyen viharban. A Voyager szondák idején meghatározott átlagos villámszámból, és az egy vihar alatt felszabadult energiából meg lehetett becsülni a viharokban felszabadult hőmennyiséget. Ez felület- és időegységre lebontva jól egyezett azzal a hőmennyiséggel, amely a Jupiter belsejét elhagyja. A kutatók ebből arra következtetnek, hogy a Jupiter belső hőjét ilyen viharfelhők juttatják keresztül a légkörén – vagyis a nagyskalájú meteorológiai képződményekhez az energiát a Jupiter belső hője szolgáltatja és nem a napfény. Ugyanerre a következtetésre vezet két korábbi megfigyelés is. Az egyik a Jupiternél a

Voyagerek villámmegfigyelése volt, amikor is villámokat nemcsak az egyenlítői övezetben, hanem mindenütt, tehát nagy szélességeken is láttak, ami napsütés okozta viharok esetén nem szokásos: a viharok inkább a forró égővben alakulnak ki. A másik megfigyelést a Voyager-2 Neptunusz-képei szolgáltatják, amelyek szerint meteorológiailag a Neptunusz is nagyon aktív bolygó, pedig 40-szer messzebb van a Naptól, mint a Föld. Ha a Nap sugárzása lenne a fő energiaszolgáltató az óriásbolygók légköre számára, akkor ekkora távolságkülönbségnek a légkör dinamikáján már látszania kellene.

Az is érdekes kérdés, hogy hogyan kerül egy trópusi ciklon a Szaturnusz pólusára. Az óriásbolygók több hőt sugároznak ki, mint amennyit a Naptól kapnak. Ha ránézünk az óriásbolygók, de főleg a Szaturnusz korongjáról készült fotókra és látjuk, hogy e bolygók a gyors forgás miatt milyen erősen lapultak, akkor már érthetőnek találjuk, hogy az óriásbolygókon a maghoz közelebb fekvő pólusok kapják a „kályhától” a több hőt. Valószínűleg a gyorsan forgó óriásbolygók mindegyikénél a melegebb övezet a pólusok környezetére esik, ellentétben a Föld típusú bolygókkal, ahol a Nap sugárzása a meghatározó.

### **A Szaturnusz forgása (Cassini)**

A Szaturnuszt illetően a Cassini-szonda megfigyelései közül talán a bolygó forgásával kapcsolatos mérés szolgáltatta az egyik legváratlanabb eredményt. A Cassini mérései alapján a bolygó forgási ideje 6 perccel különbözött a Voyagerek által adott értékhez képest.

Az erős mágneses terű bolygók – vagyis az óriásbolygók és a Föld – természetes rádiósugárzást bocsátanak ki. E magnetoszférákban vannak helyek, ahol az elektronok relativisztikus sebességre tudnak felgyorsulni, és fékezési sugárzást bocsátanak ki. A Jupiter esetében használták először ezt a természetes rádióadót arra, hogy a bolygó belsejének forgási periódusát mérik vele. Azt gondolták ugyanis, hogy miután a belső eredetű mágneses tér a bolygó belsejének áramlásai miatt épül fel, talán ez jobban jellemzi a tengelyforgási periódust, mint a differenciálisan rotáló légkör, vagy a felhők mozgása.

A meglepő most az volt, hogy a Szaturnusz nem igazolta ezt a várakozást. Nem reális ugyanis, hogy egy ekkora nagy test forgásában ekkora változás tud két évtized alatt létrejönni. A vizsgálatok két következtetést is megengedtek. Egyrészt a holdak által a magnetoszférába táplált nagyobb anyagmennyiség esetén a korotációtól jobban lemarad a plazma. Másrészt a napszélben terjedő zavarok nem hagyják érintetlenül a részekegyorsítás helyét, hanem annak elhelyezkedését a bolygóközi tér

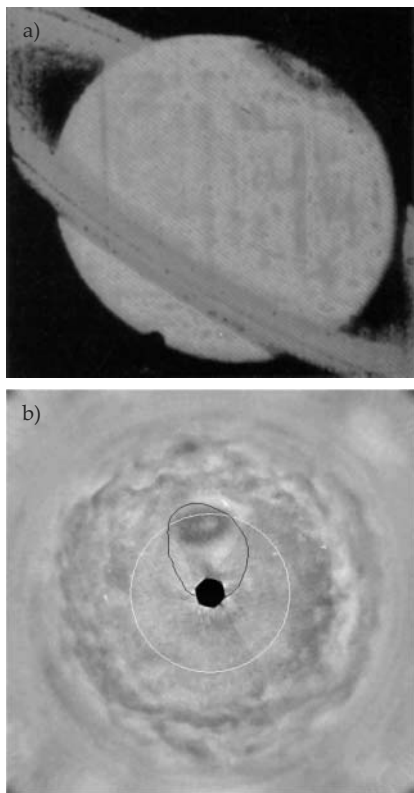
pillanatnyi állapota is befolyásolja. Nyilván azért lehetett ezt a finom változást a Szaturnusz esetében észrevenni, mert annak mágneses tengelye szinte egybeesik a bolygó forgástengelyével, tehát már kis változások is feltűnő különbségekre vezetnek. Olyan „csámpás” mágneses terekben, mint amilyent a másik három óriásbolygónál találtak, ilyen finom effektusok eltűntek volna a zajban.

### Sötét sarki „fény” (HST és Cassini)

A Hubble-űrtávcső egyik felvételén vették észre először, hogy a Szaturnusz északi sarki fény (aurora-) övezete helyén sötét sáv jelent meg (4.a. ábra). A jelenséget szénhidrogén-párával magyarázták, ami a nagy-

energiájú részecskék bombázásának hatására jöhet létre. A metánmolekulákat ugyanis bonthatják a magnetoszféra nagy energiájú részecskéinek becsapódásai, és a maradék két  $\text{CH}_3$  acetilén molekulává áll össze. A felhőréteg felett keletkező acetilénpára által alkotott szmog látszhat sötétnek a felhők világos háttére előtt.

A Cassini 2000-ben a Jupiter mellett elhaladva viszonylag távolról rálátott az északi pólusra, és így 11 héten keresztül megfigyelhették, amint egy Nagy Vörös Folt méretű sötét folt – vagy inkább fánk alakú gyűrű (4.b. ábra) – körbejár az északi pólus körül, az auroraövezeten belül. Eközben nem csak a helyét, de az alakját is változtatta. Valószínűleg ez a sötét folt is az aurorarészecskék bombázása által okozott kémiai átalakulás miatt jött létre. Ennél azonban nehezebb elképzelni, hogy milyen magnetoszférikus mechanizmus hozhat létre egy ilyen foltot, amely nem az egész övezetre terjed ki, mint a Szaturnuszé, és ráadásul körbejár a mág-



4. ábra. Sötét aurora a: a Szaturnuszon (HST-fotó), és b: a Jupiteren (Cassini-fotó)

neses pólus körül, miközben változtatja az alakját is. Leginkább még a holdakból kidobott anyagra, és azok fluxuscsöveivel való kölcsönhatásra gondolhatunk.

### **A magnetoszférák szétterítik a beléjük került port (Ulysses, Galileo és Cassini)**

Az Io vulkánjainak működése rengeteg gázt és port juttat a Jupiter, az Enceladus gejzírjeinek működése pedig a Szaturnusz magnetoszférájába. A gázokat a Nap ultraibolya sugárzása ionizálja, a porszemcsékről leszakít elektronokat, vagy rájuk ülnek elektronok, ionok, így sztatikus elektromos töltést kapnak. Ezután már nemcsak a gravitációs tér szabja meg mozgásukat, hanem a mágneses tér hatásának is engedelmesskedniük kell. Ezt a poros plazmát a mágneses tér felkapja, a magnetoszféra elektromos terei pedig gyorsítják. A nagy mennyiségű hideg plazmát ugyan a magnetoszféra teljes egészében nem képes korotációig felgyorsítani, de azért viszi magával. A plazma sebessége még így is nagyobb, mint a Kepler-mozgással haladó holdaké, így azokat hagyva az ionok a holdak követő oldalára csapódnak. Azok az ionok, amelyek nem ütköztek a holdakba, továbbra is részt vesznek a magnetoszféra plazmaáramlásában. Az óriásbolygók sarkifény-tevékenységét elsősorban ez a magnetoszférában zajló plazmakonvekció hajtja, és csak másodsorban a napszéllal érkező zavarok. Ezért a Jupiteren és a Szaturnuszon szinte folyamatos a sarkifény-tevékenység.

*A holdak felszínébe csapódó atomok, molekulák kölcsönhatnak a felszín anyagával,* és kémiai reakciók révén más anyagok jöhetnek létre. Például az Europa hold hátoldalára becsapódó kén-dioxid molekulák a felszín vizével kénsavat alkotnak, így az Europa követő oldalán nagy kénsavmezők jönnek létre. Ilyen felszíni kémiai átalakulás akár évtizedek alatt is képes megváltoztatni egy vékony felszíni réteget. A becsapódó atomok, molekulák energiát is adnak a holdfelszíneknek, ami adott esetben akár több is lehet, mint a mikrometeorit-bombázás és az árapályfűtés által a felszínnek adott energia. A meteorit-bombázásoknak abban van nagy szerepük, hogy összetörik és elkeverik a felszín anyagát.

*Az aktív holdak vulkánjai az egész Naprendszeret beszennyezhetik az általuk kidobott porral.* Már a Nap vizsgálatára küldött Ulysses-szonda esetében is időnként sokkal több porszemcse becsapódását jelezték a műszerek, mint azt korábban várták: nem kéthetente, hanem percenként érkezett egy-egy porszem. Amikor pedig a Galileo-szonda 55 millió km távolságra volt a Jupitertől, napi 1 helyett 100–20 000 részecske becsapódását mérte. Analizálva a szondák méréseit, az okokra is fény derült. Nevezetesen az aktív

holdak – így az Io és az Enceladus – vulkánjai a bolygók magnetoszférája és a bolygóközi mágneses tér segítségével az egész Naprendszer, sőt még a csillagközi teret is szennyezik az általuk kidobott porral [1].

## A gyűrűkkel kapcsolatos eredmények

Néhány évtizede még csak a Szaturnusz körül ismertünk gyűrűt. A Jupiter gyűrűit a Pioneer szondák töltött részecske-mérései kapcsán fedezték fel az 1970-es évek elején. Abból a megfigyelési tényből következtettek a létükre, hogy a Jupiter közelében bizonyos távolságokban sokkal kevesebb töltött részecskét találtak, mint másutt. A Voyager szondákkal készített képek aztán igazolták az elképzelést: nagyon keskeny, finom porból álló gyűrű képe látszott a felvételeken. Később csillagfedés-megfigyelések kimutatták, hogy az Uránusznak is és a Neptunusznak is vannak gyűrűi, majd a Voyager-2 ezekről is küldött fényképeket. Ezzel a felfedezés-sorozattal világossá vált, hogy a gyűrű mint jelenség ugyanúgy hozzátartozik az óriásbolygókhoz, mint a népes holdrendszer. A Galileo mérései a Jupiter gyűrűivel kapcsolatban bebizonyították, hogy a gyűrűk az óriásbolygók nagy tömegének és a körülöttük közeli pályákon keringő, kis törmeléktesteknek a természetes következményei [2]. A Nap körüli pályákon keringő és az óriásbolygókat megközelítő kisebb-nagyobb meteoritikus testeket a bolygók óriási tömege erősen felgyorsítja. Ha a bolygók közelében ezek a meteorok éppen eltalálnak egy kis holdat, akkora sebességgel vágódnak neki, hogy saját tömegük több százszorosát dobják ki por formájában. Egy kis tömegű holdra a gyenge gravitáció miatt ez a por ritkán esik vissza: a porszemcsék a nagy tömegű bolygó körüli pályán találják magukat. Vagyis ott keletkezik gyűrűkomponens, ahol kis hold kering. Minden óriásbolygónak annyi gyűrűkomponense van, ahány kis test mozog közel hozzá. Miután a Jupiter közelében csak négy holdacska van, ezért lehetett ezt a szabályszerűséget észrevenni. A Szaturnusz körül nagyon sok holdacska kering, ott már áttekinthetetlen a helyzet.

Egy gyűrű nem marad meg abban a távolságban, ahol leváltak a porszemcsék a holdacskáról. A gyűrű részecskéi egymás mozgását is zavarják, továbbá a többi hold gravitációs zavaró hatását is el kell szenvedniük. Ezért a gyűrű szétterjed. A Poynting–Robertson-effektus hatására pedig a finom porszemcsék spirális pályán egyre közelebb keringenek a bolygóhoz: a porszemcsék a napfényt egy irányból kapják, de tőle felmelegedve a hőmérsékleti sugárzást minden irányba sugározzák szét. A különböző

időben kilökött porszemcsék ezért egy sík mentén szétterülnek, amely a bolygó felszínéig ér. Végül a szemcsék a bolygó légkörével ütközve hulló-csillagként elégnék a légkörben. Vagyis minden gyűrű a keletkezési távolságától befelé terjed. A legkisebb porszemcsék fékeződnek a legjobban, és ez magyarázza, hogy az úgynevezett fátyolgyűrűk vannak legbelül. Ha a részecskék a befelé mozgásuk során túlhaladnak azon a távolságon, ahol a következő holdacska gyűrűje keletkezik, akkor innen befelé már a két gyűrű anyaga keveredik.

Ha egy holdacska pályája a bolygó egyenlítői síkjában fekszik, akkor minden kidobódott szemcse gyakorlatilag ebben a síkban kering tovább, és a gyűrű nagyon vékony lesz. Ha azonban a hold pályája hajlik a bolygó egyenlítőjének síkjához, akkor attól függően, hogy a hold pályájának mely részén kapta az ütést – éppen az egyenlítői síkban volt-e, vagy sem – a kirepülő törmelékfelhő sokkal szélesebb, tórusz alakú térrészt tölthet ki: a keletkező gyűrű sokkal vastagabb lehet.

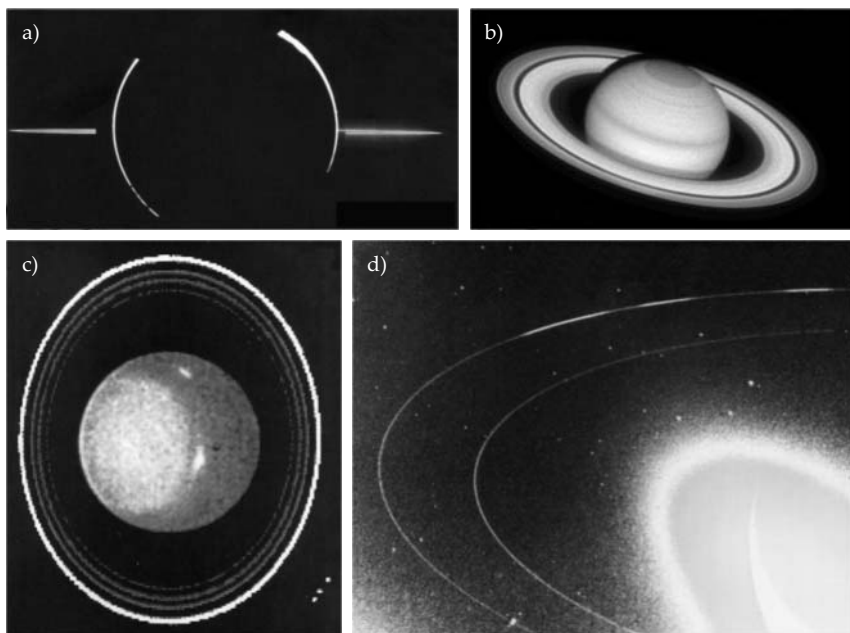
Arra a kérdésre, hogy miért kisebb a belső holdak albedója mindegyik holdrendszerben, mint a külsőké, a választ az üstökösök sötét felszínét magyarázó munkahipotézis és a gyűrűkeletkezési mechanizmus együtt adhatja meg. Mivel a belső holdak sokkal több és sokkal nagyobb sebességű ütközést szenvedtek el, így felszíni rétegeik illó anyagának nagy részét elveszíthették már, és az ott maradt szilikátos vagy szerves anyag sötétebb kéregként lehet rajtuk. Ez lehet az oka annak, hogy a róluk kiszóródott porszemcsék is nagyon sötétek, ezért olyan sötétek a porgyűrűk. Nem csoda, hogy korábban nem fedezték fel őket. Sőt, nagy erőfeszítésbe kerül, hogy a Földről is lefényképezzék őket, miután csillagfedések vagy űrszondák már bizonyították a létüket.

A Szaturnusz gyűrűjét viszont Galilei 1610-ben az első távcsővel már azonnal felfedezte. Ez a gyűrű ugyanis más, mint a másik három bolygóé. Sokkal szélesebb és nagyon fényes (5. ábra). A Szaturnusznak is vannak sötét porgyűrűi, amiket szintén csak egy közel elhaladó szonda fedezhetett fel, a földi távcsövekkel nem lehet látni. A Szaturnusz fényes gyűrűi azonban jégből állnak. Keletkezésük talány: miután a többi óriásbolygónak nincsenek jéggyűrűi, csak egy nem túl gyakori jelenség hozhatta őket létre.

A bolygógyűrűkkel kapcsolatban a következő fontos megállapítások bizonyosodtak be:

1.) A fényes gyűrűk valóban vízjégből állnak, mint ahogy a Földről küldött radarjelek ezt korábban jelezték is, és inkább törmelékdarabok, mint egyforma gömböcskék, tehát nem lecsapódásból keletkeztek (vagyis itt inkább egy jeges test szétDarabolódásáról lehet szó).





5. ábra. A négy óriásbolygó gyűrűje a: Jupiter (Voyager-fotó), b: Szaturnusz (HST fotó), c: Uránusz (HST fotó), és d: Neptunusz (Voyager-fotó)

2.) Kis számban vannak a jéggyűrűt alkotó testek között néhányszor 10 méteresek is, amelyek propeller alakú ritkulásokat okoznak a kisebbek mozgásában.

3.) A Szaturnusz körül a jéggyűrűk mellett és között vannak sötétebb porszemcsékből álló gyűrűk is, amelyek valószínűleg ugyanúgy a sötét, belső holdacskák porlásából keletkeztek, mint azt a Jupiternél láttuk.

4.) A bolygók körüli sok-sok hold mind zavart kelt a (Szaturnusznál mindkét fajta) gyűrű részecskéinek a mozgásában – réseket, csomósodásokat, hullámokat hozva létre fantasztikus változatosságban.

5.) A gyűrűk és a magnetoszféra kölcsönhat egymással. Például a magnetoszférának a gyűrűkön áthaladó, zárt erővonalai mentén alig található nagy energiájú töltött részecske, mert a gyűrűt alkotó szemcsék (por vagy jég) zavart keltenek a mozgásukban, és kiszórják azokat. Esetleg elektronok, ionok ülnek rá a porszemcsékre – sztatikus elektromos töltést adva nekik. E „poros plazmának” már nemcsak a gravitációs, de az elektromágneses erőknek is engedelmeskednie kell. Így fantasztikus mintázatok

jönnek létre, például a Szaturnusznál a „küllők”, amelyeket a Voyager-szonda fedezett fel.

6.) A töltött részecskék eloszlása a Rhea körül is gyűrűt jelzett. Ezzel a Rhea az első hold, amely körül gyűrűt fedeztek fel.

## A holdrendszerekkel kapcsolatos új felfedezések

Miután korábban Holdak a Naprendszerben címmel áttekintő cikkem jelent meg a holdakkal kapcsolatos ismereteinkről [1], itt nem részletezem az ottani magyarázatokat, de azokat itt is megemlítem, amelyek a szemléltetváltoztató eredmények áttekintéséhez szükségesek.

### Magmaóceán az Ión (Galileo, HST és földi mérések)

Körülbelül 4 milliárd évvel ezelőtt, a „nagy bombázás” időszakában sok bolygótest felszínén, de Holdunkon keletkezésekor bizonyosan létezett magmaóceán a Naprendszerben. Az ütközések ugyanis ekkor még túl gyakran követhették egymást, ezért az egyik ütközéstől a másikig egy-egy bolygótest nem tudta kisugározni az előző ütközéstől kapott hőt. Így teljes olvadás következhetett be a felszínhez közeli rétegekben. (Hogy a Holdunkon ilyen bizonyosan volt, azt a Clementine-szonda mérései bizonyították be.) A bolygótestek összeállásuk után aztán egyre hűltek, és a későbbi vulkáni tevékenység már csak lokálisan megolvadt anyagot présel ki a kéreg repedésein.

A Voyagerek, majd a Galileo-szonda is sok képet készített az Ióról, és ezek megmutatták, hogy milyen fantasztikusan aktív ez a hold. A Prometheus vulkánból például 140 km magasra felspriccelő anyag árnyékát is látni lehetett a felvételeken. A Pele vulkán körüli vörös gyűrűn pedig egyszer csak egy 400 km átmérőjű fekete folt jelent meg a Pillan Patera vulkáni működése következtében. A Loki vulkán közelében talált 2 forró folt egyike a kitörést, a másik, 100 km-rel távolabbi a láva és kéndioxid-jég kölcsönhatását jelezte. Itt a láva egy 100 km hosszú lávaalagút végén került a felszínre, ahol megolvasztotta és elgőzölgöttette a kéndioxid-jeget. A Földön a Hawaii-szigetek Kilauea vulkánjánál játszódik le hasonló jelenség, de ott a lávaalagút csak 10 km-es, és a második forró folt a tengerparton jön létre, ahol a forró láva a tengervízzel találkozik. Az Ióról készített közeli felvételek egyikén egy 25 km hosszú repedés látszott, amelyből annak teljes hossza mentén lávaszökőkút lövellt 1,5 km magasra. A láva olyan forró, amilyet a Földön az elmúlt néhány millió évben nem bocsátott ki vulkán. Ez a megfigyelés és a földi infravörös mérések is

1500 K-t megközelítő forró foltokat jeleztek az Ión, ami azt jelenti, hogy a holdon nemcsak kén-vulkanizmus működhet, hanem olvadt szilikát is a felszínre kerül. Vagyis az Io kérge alatt ma is összefüggő magmaóceán lehet [1].

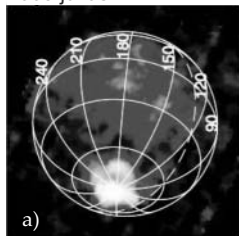
### Árapályfűtés holdrendszerekben

Mint ismeretes, az Io vulkánjait, az Europa olvadt óceánját és a Ganymedes repedésrendszerét is az árapályfűtés hozza létre. Az árapályfűtést a Jupiter rendszerében az okozza, hogy az Io, az Europa és a Ganymedes 1:2:4-es szoros rezonanciában mozog egymáshoz képest [1].

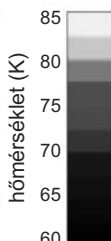
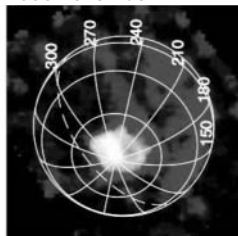
Az árapálydudor nagysága az Ión 50 m, a távolabb lévő Európán 20–30 m. Összehasonlításként a Hold által létrehozott árapályhullám amplitúdója a Földön a tengereken átlagban méter körüli, a szilárd földkéregben pedig csak centiméter nagyságrendű. A dagályhullám a holdakon állandóan változtatja a kéreg görbületét, és ezzel a felrepedéséhez vezethet. Ezért repedezik folyamatosan az Europa törékeny, vékony jégkérgé. Ugyanakkor a jégkéreg alatti tengerben az árapályhullám sűrűlódással jár, ami fűtést okoz. Ez tartja olvadtan az Io belső magmaóceánját és az Europa vízköpenyét. Folyadék esetén sokkal nagyobb árapályhullám tud létrejönni, mint a szilárd kéregben, és ez az, ami erősen fűti ezeket a holdakat.

A mindössze 500 km átmérőjű Szaturnusz-hold, az Enceladus viszont kicsi, mégis nagyon erős geológiai aktivitását mutat, s ez felkeltette a kutatók érdeklődését. A Cassini-szonda mérései szerint kétféle hőmérsékleti furcsaság is van az Enceladuson. Az egyik az, hogy a legmelegebb hely a holdon nem a Nap felé forduló oldal – ahogy ez minden napsütötté testnél lenni szokott – hanem a déli pólus környéke (6.a. ábra). A másik, hogy a mérések az Enceladus déli pólusa környékén megfigyelt repedések, az úgynevezett tigriskarmolások (6.b. ábra) mentén a környezetüknél

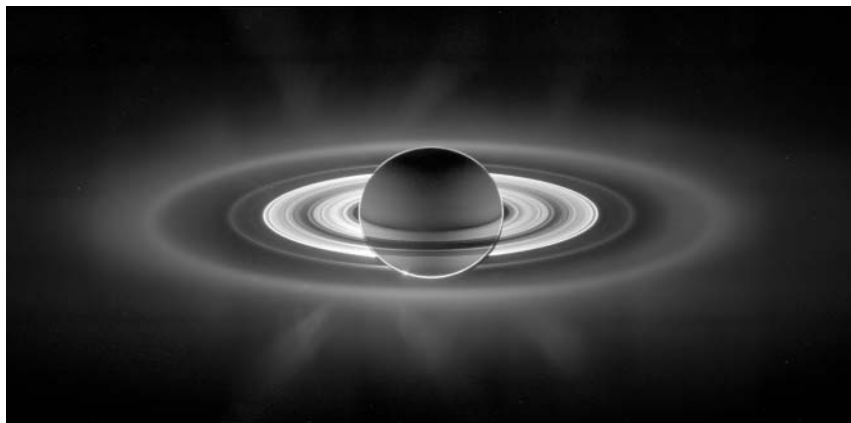
2005 július



2006 november



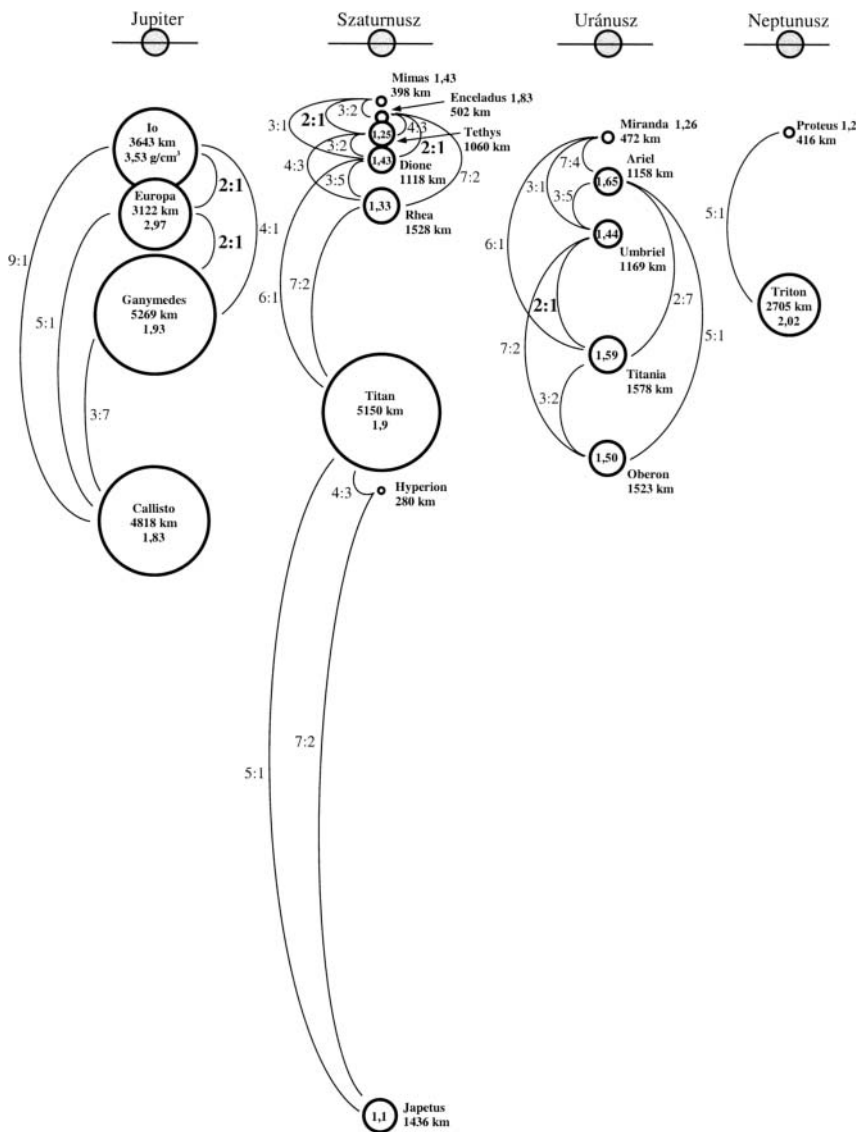
6. ábra. Enceladus (Cassini-eredmények), a: hőmérséklet-eloszlás a felszínén, b: a „tigriskarmolások” és környékük a redőkkel



7. ábra. A Szaturnusz E gyűrűjét is mutató, ellenfényben készült Cassini-kép

mintegy 10 fokkal melegebbnek mutatták a felszín hőmérsékletét. A repedésekből gejzírszerű kifújásokat is regisztráltak a műszerek és fényképeztek a kamerák. A mérések szerint szuperszonikus sebességű víz spriccel ki belőlük, és a vízgőz keskeny nyalábokat alkot. Ez arra utal, hogy nem a tigriskarmolások szétnyílása miatt felszínre került víz szublimációja a gejzírek forrása, hanem a mélyből, egy „meleg” (nulla fok körüli hőmérsékletű), vízforrásból kerül nagy nyomással a víz a felszínre a kéreg repedésein mint csatornán keresztül. A megfagyó finom permet jégporának egy része visszahullik a holdra, és mindig friss, fényes felszínt hoz létre. Más része megszökik a kis tömegű hold környezetéből, és Szaturnusz körüli pályára kerül. Ezek a jégzemcsék a Szaturnusz mintegy 800 ezer km átmérőjű E gyűrűjét (7. ábra) alkotják, amely egyben a Naprendszer legnagyobb gyűrűje is, és amely – most már érthető módon – a legsűrűbb az Enceladus hold pályájának a távolságában.

Úgy tűnik tehát, hogy az árapály ma elsősorban a déli pólus környékén fűti az Enceladust. Ott nemcsak repedések, hanem rátolódásos redők is találhatók (6.b. ábra). Ugyanakkor nincs egyetlen becsapódásos kráter sem, ami azt mutatja, hogy itt állandóan megújul a felszín – eltakarva a becsapódások nyomait. Az északi pólus környéke viszont tele van becsapódásos kráterekkel, tehát ott a felszín sokkal öregebb. Egyszerű modellszámításaink szerint ott akár kétszer olyan vastag is lehet a kéreg, mint a déli pólus környékén. Ez arra is utalhat, hogy egy egycellás köpenyáramlás működik az Enceladus belsejében, amelynek felszálló ága a déli pólus közelében van, és ez lehet a magyarázata a „meleg” víznek. Itt alulról a



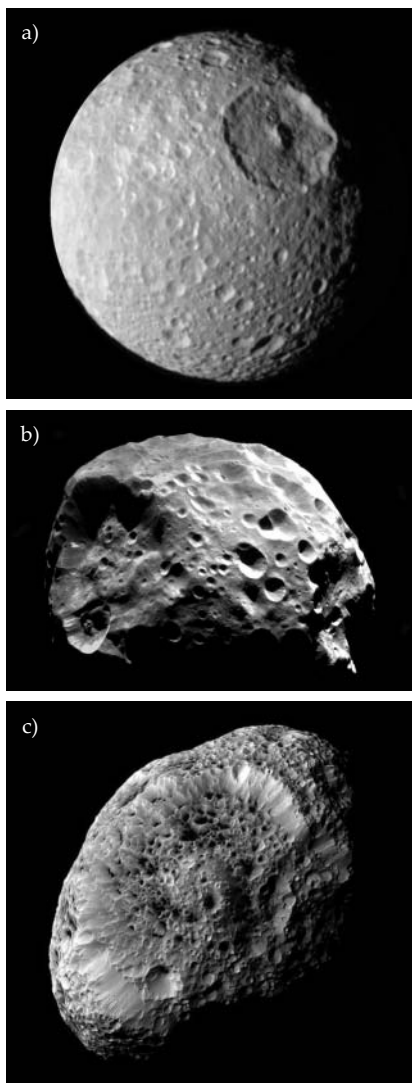
8. ábra. A holdrendszerek holdjainak távolságai bolygójuktól a bolygó sugarában kifejezve jól mutatja a Szaturnusz rendszerének különlegességét. (A Csillagászati évkönyv 2006, 197–198. oldalán lévő ábra km-ben mutatta ezeket, a Japetust azonban nem a helyén, hogy az ábra felső része olvasható legyen.)

termális erózió annyira elvékonyítja a jeget, hogy az árapályfeszültségek már képesek megrepeszteni azt. Más elképzelések szerint a déli pólus környékén szilikát diapírok felemelkedése okozza a jégköpeny megolvadását, és ebből a „melegviz-es tartályból” spriccel ki a víz szuperszonikus sebességgel.

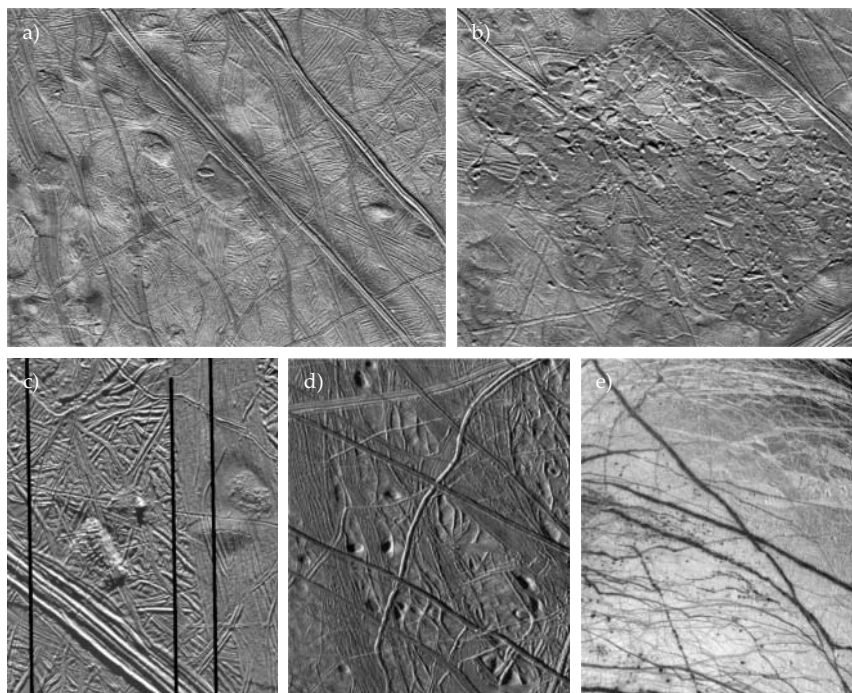
Mitől tud ilyen aktív lenni az Enceladus? Az 500 km-es Enceladus 2:1-es rezonancia közeli helyzetben van az 1100 km-es Dione holddal (8. ábra). A ráerőltetett excentricitás a számítások szerint már érthetővé teszi a hőfelszabadulást az Enceladus belsejében. Az Enceladusszal ellentétben a 400 km átmérőjű Mimason nem látszik semmiféle geológiai aktivitás nyoma (9.a. ábra), noha a Mimas és a Tethys hold mozgása is 2:1-es rezonáns helyzet közelében van (8. ábra). A Mimas és az Enceladus közötti különbség okát abban látom, hogy a Mimas már korán, nagyon rövid idő alatt kihűlt, megfagyott, és szilárd testében sokkal kisebb az árapály-mozgás, és ennek következtében a fűtés. Az Enceladus belseje viszont cseppfolyós maradt.

### Holdrendszerek rezonáns holdjai nem foroghatnak kötötten? (Galileo)

A Galileo-szonda felvételei is alátámasztották a Voyager-2 szonda képei alapján megfogalmazott állítást, hogy az Europa jégfelszínét mindenütt repedések, rianások milliói szelik át. Ha az Europa diffe-



9. ábra. A Cassini felvételei három, nagyságra hasonló, jeges Szaturnusz-holdról, a: a keményre gyúrt Mimas, b: a már korábban is befogott üstökösnek gondolt Phoebe és c: a nagyon laza szerkezetű Hyperion



10. ábra. Galileo felvételek az Európáról, a: lék, b: káosz, c: meglágyult sáv, d: dómok, e: egymást metsző repedések, amelyek bizonyítékot szolgáltattak az Europa nem tökéletesen kötött keringésére.

renciálódott, a modellszámítások szerint egy 100 km mély óceán létezhet a jégkéreg alatt (ez kétszer annyi vizet tartalmazhat, mint a földi óceánok). A Galileo képek néha a 6 m-t is elérő térbeli felbontása lehetőséget adott a részletek aprólékos megfigyelésére. A felszíni magasságkülönbség sehol sem nagyobb 200–300 m-nél. Néhol „befagyott lék”-szerű képződmények (10.a. ábra), megdőlt jégtábladarabok 100–200 m magasra felálló szélei látszanak. Másutt hosszú repedések, „káosz”-nak nevezett, összetöredezett és egymástól elúszott, elfordult jégtáblák látszanak hátukon a repedésekkel (10.b. ábra), amelyek mutatják az elfordulást és utána a visszafagyást. Másutt lágy kontrasztú csíkok (10.c. ábra) vagy kör alakú, dómszerű alakzatok (10.d. ábra) vannak, amelyeket az alattuk lévő meleg óceáni feláramlások hozhatnak létre. S mindent át- meg átszönek az egyre újabb repedések. Becsapódásos kráter alig található még ezeken a nagyon részletgazdag képeken is. Tehát a felszín nagyon fiatal, a tektonika mindig újraképi azt.

A Ganymedes közelfelvételei is rengeteg repedésről árulkodnak, de ezek nem annyira rendezetlen repedések sokaságai, mint az Europa esetében, hanem egymással párhuzamosan elhelyezkedve rendszert: repedéskötegeket alkotnak. Ezek a repedéskötegek aztán egymáshoz képest össze-vissza állnak. Sok helyütt olyanok, mint a jégvirágok az ablakon. A repedéskötegek sok, kráterrel telepöttyözött, öregebb kéregdarabot fognak közre, tehát a Ganymedes felszínének újraképzése nem teljes.

A Ganymedessel szemben a Callisto holdon teljesen hiányoznak a repedések, csak becsapódásos kráterek vannak. Nagy mérete ellenére ez az egyik legöregebb felszínű bolygótest a Naprendszerben.

Az Europa repedései nemcsak a napi árapály hatását mutatják. A nagy, globális repedések egymáshoz képest eltolódott megismétlődése arra is következtetni enged, hogy az Europa rotációja nem tökéletesen szinkron, vagyis nem annyi idő alatt fordul meg a tengelye körül, mint amennyi idő alatt körbejárja a Jupitert. A különbség nagyon kicsi, néhány ezer-tízezer évenként fordul csak ugyanaz a terület ismét a Jupiter felé.

Miért aszinkron az Europa rotációja? Miért nem teszi szinkronná azt az árapály, ahogyan a mi Holdunk esetében tette? Aszinkron rotációt az árapály csak körpályán tud szinkronná tenni, nem nulla excentricitás esetén már nem képes erre [3]. A gravitációs összeállás módja, vagyis az ütközések miatt biztos, hogy a kialakuló holdpályáknak volt valami induló excentricitása, ami rezonáns holdrendszerekben ezek szerint sohasem tud nullává válni, tehát a hold aszinkron forgásból nem tud szinkronizálódni. Felmerül a kérdés, hogy ez nem vonatkozik-e más holdrendszerekre is? Persze nem biztos, hogy más hold felszíne is ilyen szépen meg fogja őrizni a bizonyítékokat, mint az Európáé, ahol az Udaeus és a Minos Linea vonalaival (10.e. ábra) bizonyítani lehetett, hogy az Europa nem tökéletesen kötött kering.

A nem tökéletesen kötött keringést a Cassini radarfelvételei a Titánnál is bebizonyították. Most a Titán a szinkronnál kicsit gyorsabban forog, mint ahogy ezt a korábbi radarmérések fél kilométer pontosságú helymeghatározásai mutatják. A Titán azonban nincs rezonanciában a többi holddal. Elképzelhető viszont, hogy a tengelyforgásban egy periodikus változás jön létre a légkör és a felszín közötti kölcsönhatás következtében a nagy tömegű, sűrű légkörrel burkolt és szezonális változást mutató hold esetén. Becslések szerint egy 70 km vastag szilárd kéreg tehetetlenségi nyomatéka csak 400-szorosa a légkörének (a Földön ugyanez az arány egy a millióhoz), tehát érthető lenne, ha a forgásváltozást a légkör szezonális változása hozná létre. Hogy valóban ez-e a helyzet a Titánnál, azt a Cassini 2008–2010 közötti kiterjesztett programja idején tudja majd tisztázni, tudniillik az évszakok miatt ekkor várható a leggyorsabb változás a tengelyforgásban.



### **Miért nem egyforma az óriásholdak hőfejlődése?**

A 3000–5000 km-es holdakat egy külön csoportba is sorolhatjuk: az óriásholdakéba. Ez a csoport a mi Holdunkon kívül a Jupiter négy Galilei-holdját, valamint a Szaturnusz Titán holdját tartalmazza. A mi Holdunk különleges keletkezése kapcsán már eleve kilóg ebből a hatos csoportból, de a másik öt hold óriásbolygók holdrendszerében keletkezvén első rátekintésre egyívásúnak tűnhet. A Jupiter négy holdja közötti különbséget még csak meg lehet magyarázni a Jupitertől való távolsággal és az árapályfűtéssel, de a Galilei-holdak és a Titán közötti különbség már nem könnyen érthető.

#### *Differenciálódás (Galileo és Cassini gravitációs mérések)*

Nemcsak a jó minőségű fotók miatt okoztak meglepetést a Galileo-szonda egyes holdakat megközelítő elrepülései. A holdak gravitációs hatásának következtében ugyanis a szonda pályája megváltozott, gyorsulása követhető volt a holdaktól jövő rádiójelek Doppler-eltolódásában. Másképpen jelzi a pályaváltozás egy homogén és másképpen egy rétegezett felépítésű test zavaró hatását. A Galileo-szonda pályaváltozásából arra lehetett következtetni, hogy az Iónak, az Európának és a Ganymedesnek van magja (ez lehet vasmag vagy vasszulfid mag), és körülötte köpeny, illetve az Europa és a Ganymedes esetében még egy harmadik rétegnek is kell lennie. Ez a harmadik réteg az Europa esetében egyértelműen vízköpeny és nem kásás jég. A Callisto sem teljesen homogén, de nem olyan egyértelmű, hogy a magja teljesen különvált-e.

Az eddigi mérések alapján még nem világos, hogy a Titánnak van-e olvadt vízóceánja. Ezt a kérdést, mint említettük, csak a 2008–2010 közötti mérések dönthetik majd el. A holdtesthez képest nagyon nagy tömegű légkör fékező, illetve gyorsító hatása a Titán tengelyforgási idejét csak akkor képes változtatni, ha a kéreg a differenciálódás következtében lecsatolódott a szilárd belsőről, és ezért az hozzá képest el tud csúszni, tehát van egy folyékony réteg a hold belsejében.

#### *Mágneses terek (Galileo és Cassini)*

A Galileo mágneses mérései jelezték, hogy mind a négy hold kölcsönhat a Jupiter magnetoszférájával. Korábban részletesen foglalkoztam a Galileo eredményeivel, amelyek közül a legérdekesebb, hogy a Ganymedesnek egyértelműen van saját, belső eredetű mágneses tere, amely körülbelül olyan erős lehet, mint a Merkúr [1]. Az Europa és a Callisto esetében nem találtak belső eredetű mágneses teret, indukált teret azonban igen. A Callistónál a mágneses mérések csak úgy magyarázhatók meg, ha felteszik, hogy

körülbelül 100 km mélységben egy legalább 10 km vastag, globális, elektromosan vezető réteg van. A Titánnál az eddigi mérések nem jelezték, hogy lenne mágneses tere. Ha ez bebizonyosodik, akkor összehasonlítható planetológiai szempontból ez különösen érdekes lenne. A Titán ugyanis a Naprendszer második legnagyobb holdja. Mérete, tömege körülbelül akkora, mint a Ganymedesé. Azt várnánk, hogy a Titán is hasonló hőfejlődésen ment keresztül. Például a különböző elemek gravitációsan szétváltak, belsejében vasmag jött létre, felette pedig szilikátos köpeny, még magasabban összefüggő globális folyékony réteg alakult ki, amelynek felső vízjégreége adná a „szárazföldi sziklát”. Ammóniával kevert folyékony rétegében indukált mágneses tér keletkezését várnánk, akárcsak a Galilei-holdakban, esetleg azt, hogy folyékony vasmagjának áramlásai belső eredetű mágneses teret hoznak létre, mint a Ganymedesben. Ehelyett a Titánnál sem belső eredetű mágneses tér, sem a Szaturnusz körüli keringésből származó, indukált mágneses tér létéről nincs hír az irodalomban, bár lehet, hogy a mágneses mezőt csak majd egy, a Titán köré telepített szonda mérései mutathatják ki, mert a mostani elreplülések mérései erre nem alkalmasak.

Találtak viszont olyan jeleket a Titán körül végzett mágneses mérésekben, amelyek arra utalnak, hogy az ionoszféra áramai reagálnak a Szaturnusz mágneses terére, vagyis az ionoszférában létrejönnek indukált mágneses terek. S miután a Titán 20 bolygósugárnyi távolságban kering a Szaturnusz körül, ezért néha bekövetkezhet, hogy a magnetoszféra lökésfrontja elé kerülve kilép a napszélbe. Ezt eddig egy alkalommal, 2007. június 13-án, a Cassini 32. keringésekor figyelték meg, amikor a Titán a Szaturnusz Nap felőli oldalán járt, és ugyanakkor véletlenül egy, a napszélben érkező nagyon erős zavar a Szaturnusz mágneses terét kisebb térrészre szorította be. Ezáltal a Titánt a napszél vette körül, így egy egyedülálló megfigyelés vált lehetővé. A légkörrel és ionoszférával körülvett égitestek ugyanis vagy mindig a napszélben járnak, mint a bolygók, vagy mindig a bolygó magnetoszférájának zárt erővonalain belül mozognak, mint a Naprendszer reguláris holdjai. A magyar kutatók részvételével készült vizsgálat azt mutatta, hogy a Titán ionoszféra áramai nem azonnal tértek át az új „rezsimre”, hanem még akkor is a Szaturnusz mágneses tere által beállított áramlásokat követték, amikor a hold már több perce a napszélben járt. Tehát a létrejött áramlásoknak tehetetlenségük van.

*Légkörök (Voyager, HST, Galileo és Cassini)*

Az 5150 km átmérőjű Titán hold légköre a Vénusz után a legsűrűbb, és csak ezután jön a Föld! A Titán felszínén a légkör sűrűsége négyszer akkora, mint a Földön, és ez a kisebb gravitáció miatt másfélszer akkora felszí-

ni légnyomást tart fenn, mint a földi. A Titán légkörében a Szaturnusz által keltett árapály 400-szor akkora amplitúdójú, mint a földi légkörben a Hold hatására létrejövő árapályhullámé. Ugyanakkor a Nap besugárzása a Szaturnusz-rendszerben csak 1%-a annak, mint amennyit a Föld kap. Ez azt jelenti, hogy a Titánon csak nagy magasságban fontosak a termálisan gerjesztett szelek, a felszín közelében az árapály keltette szelek az uralkodók. A Huygens-szonda Doppler-eltolódásából meg lehetett határozni a szélsébségeket, amelyek 120 km magasan 430 km/óra, 60 km-en 60 km/óra, 25 km-en 8–10 km/óra és 8–10 km-en 6–7 km/óra értékűnek adódtak. Tehát a Titán légköre is a szilárd testhez képest gyorsabban forog, vagyis előre siet, akárcsak a Vénuszé és a Földé.

*Meglepő ugyanakkor, hogy a Galilei-holdakon nincs számottevő légkör.* Az Ionál ugyan már a Voyager szondák jelezték nátrium, kén és kén-dioxid jelenlétét, de a gázok csak helyenként, egy-egy vulkán felett alkotnak légkört rövid időre. A Hubble-űrtávcső azóta felfedezte az Europa oxigén-légkörét is, amelyet a Nap ultraibolya sugarai és a Jupiter magnetoszférájában mozgó, és az Europa jeges felszínére csapódó nagy energiájú töltött részecskék a felszíni jég bontásával állíthatnak elő. A hidrogén – mint legkönnyebb elem – gyorsan megszökik, az oxigénatomok pedig oxigénmolekulává állnak össze. A légnyomás rendkívül alacsony, azonban mégis a Föld után az Europa a második égitest a Naprendszerben, amelynél oxigénlégkört találtak. A töltött részecskék a Ganyumedes is bontják a vizet, ott a földi spektroszkópiai mérések a jégbe fagyva mutattak ki ózont.

Miért nincs a Titánnal nagyságrendileg azonos tömegű Galilei-holdaknak is légköre? Véleményem szerint ez a nagy különbség azoknak a viszonylag kis különbségek következtében jöhetett létre, amelyek a két bolygó, illetve a két bolygó holdjai között vannak [1]. Lehetséges azonban még egy másik magyarázat is. A Galilei-holdak a Jupiter körül olyan holdrendszerben keringenek, amely rezonáns mozgássá rendeződött, vagy már eleve így jött létre. Ez egész életük folyamán az illó anyagok vesztesét okozza, mert ezek a fűtés hatására a legkönnyebben szabadulnak fel. Lehet, hogy már sokkal több illó anyagot veszítettek el, vagyis sokkal jobban kiszáradtak, mint a Titán. A Titánnak viszont nincs nagy tömegű társa, amely rezonáns mozgásával őt is fűthette és kiszáradhatta volna, és így bőven van a légkörnek utánpótlása.

*A Titán az ősi Föld állapotát legjobban megközelítő légkörű égitest.* Az 1953-ban végrehajtott, Miller-féle híres laboratóriumi kísérletben éppen ilyen légkört használtak, amikor az ősi Föld körülményeit akarták szimulálni. Ott a villámkisülések aminosavak keletkezését okozták. Egy szerencsés véletlen következtében a Titánon is sikerült kimutatni villámok keletkezé-

sét. A szerencsés véletlen pedig az volt, hogy a természetes elektromos tér vízszintes összetevőjének mérésére tervezett MIP műszer (a Huygens szondával együtt) a nagyon erős szél belengett, és így a mérésekből a Titán elektromos terének nemcsak a vízszintes, hanem a függőleges összetevőjét is meg lehetett határozni. Az elektromos spektrum kisméretű részére pedig a Földön nagyon jól ismert Schumann-rezonanciákat mutatta, amit csak villámok tudnak kelteni és fenntartani. Az pedig, hogy egy elektromosan vezető kéreggel és ionoszférával burkolt bolygónál vagy holdnál milyen frekvencián jön létre Schumann-rezonancia, csak a méretek és a légkör vezetőképességének magasságfüggése határozza meg. Tehát az az adat az illető bolygóra jellemző. Miután a mért rezonáns frekvenciák megegyeztek azzal, amit a modellszámításokból a Titán tulajdonságaival a Titán esetére kaptak, ezért J. A. Morente és munkatársai biztosan állítják, hogy a Titán légkörében villámok keletkeznek. Kérdés, létrejönnek-e szerves molekulák is a Miller-kísérlethez hasonlóan.

### **A metán körforgása a Titánon (Cassini)**

A Titánon a nitrogén mellett a másik két fő összetevő az argon és a metán ( $\text{CH}_4$ ). A metán a Titánon uralkodó alacsony hőmérsékleten mindhárom fázisban előfordulhat, akár csak a Földön a víz. A mérések igazolták is, hogy a metán ott úgy viselkedik, mint a Földön a víz: elpárolog, felhőket képez, kicsapódik, és felhőszakadásszerű esőzések következtében folyékony állapotban folyóvölgyeket vág, amelyekben „kavicsokat” görgeszt. A „kavicsok” anyaga vízjég, amely ott a fő sziklaalkotó. Infra-vörös felvételeken a déli pólus körül, ahol akkor tavasz volt, a 25–35 km-en lévő légköri rétegekben fényes felhőket lehetett látni, amelyek a földi cirruszokra hasonlítanak, de szemcséi nagyok, több mm-esek. E felhők fényessége és elhelyezkedése is változott egymás utáni napokon fotózva, néha néhány óra alatt eltűntek, amiből arra következtettek, hogy felhőszakadásszerű „esőzéssel” kiürültek. (A légkörben lévő összes metán lecsapódva a felszínt mintegy 1,5 cm magasan borítaná be.)

Van azonban a Titán és a Föld légköre között egy óriási különbség. A vízgőz a Földön a levegő felfelé csökkenő hőmérséklete miatt a sztratoszférá határánál lévő hidegcsapda alatt kicsapódik, és visszahullik a felszínre. Emiatt az ózonréteg fölé nem tud feljutni, ahová a Nap ultraibolya sugarai viszont még lejuthatnak. Vagyis a mi szerencsénk a Nap ultraibolya sugárzása a Földön nem tudja felbontani a vizet, Földünk tehát meg tudja őrizni vízkészletét. A Titánon viszont a metánmolekulák feljutnak olyan magasra, ahol a Nap ultraibolya sugárzása bontani tudja őket. Egy hidrogénatom leválik, s mint legkönnyebb elem, felkerül a légkör

tetejére, ahonnan elszökhet. Sok molekula el is szökik a holdtól. A maradék  $\text{CH}_3$ -ak pedig hosszú láncokká állnak össze, és rózsaszín „hópelyhek-ként” szállingóznak a légköri szelek szárnyán felfelé. Ez a „fotokémiai köd” adja a Titán légkörének a rózsaszín árnyalatot, és hozzá létre azt a szmogot, amely miatt az optikai hullámhosszakon nem lehet lelátni a Titán felszínére. A Huygens-szonda a sok, vékony rétegből álló ködből csak a felszíntől 30 km-re lépett ki, csak ekkortól látta tisztán a tájat.

Az újabb mérésekből kiderült, hogy a szerves anyagok a Titán légkörében nem 100–200 km-en keletkeznek, ahogy eddig hitték, hanem sokkal magasabban, 1000 km környékén. Az odáig áteresztett napfény hullámhosszától függ, hogy hol milyen szerves molekulák keletkeznek és ülepednek le a légkörből. Tehát a felsőlégkör és a felszín között kémiai kapcsolat van. A lassan ülepedő rózsaszínű hó a modellszámítások szerint a Naprendszer néhány milliárd éve alatt néhány kilométernyi vastagságban gyűlhetett már össze a vízjég sziklák tetején – az egész bolygótesten, nem csak poláris sapkákat és magashegyi gleccsereket alkotva, mint a Földön és a Marson a hó. Az állandó irányú zonális szél „hófúvásokba”, „homokfodrokba” rendezheti ezt is, mint ahogy a vízjég-szemcsék alkotta „homokot” is – akár a Földön a szél a sivatagi homokot. A Titánról készült radarképek ezt mutatják is.

### Szabad folyadékfelszín egy másik égitesten (Cassini)

A Titán felszínén a radar- és infravörös felvételekből kombinált képeken kevés becsapódásos kráter látszik. Ez arra utal, hogy a felszín fiatal, nem lehet több 10–100 millió évesnél. Ugyanakkor több helyen vulkáni kifolyások nyomait lehetett azonosítani, amelyek nagy valószínűséggel krio-vulkáni tevékenység, vagyis jég-vulkanizmus következtében kerülhettek a felszínre. A Huygens fotóin a leszállóhely környéke kifejezetten földi tengerpartra emlékeztette a kutatókat. A sötét, lapos részt „tengernek”, a fényes, durva részt szárazföldi felszínnek vélték. Utóbbin meanderező folyóvölgyek hálózata látszott, ami a Riviéra környékét juttatta az ember eszébe. A leszállás a sötét részre történt, mégsem „csobbant” a szonda, mint ahogy várták. Inkább mintha nedves homokfelszínre érkezett volna, amely 15 cm mélyre süllyedt be a leszállás után. A nagy hasonlóság ellenére a furcsa, földitől eltérő anyagok miatt azonban hónapokig senki nem merte vállalni a felelősséget, hogy kimondja, hogy hová is történt a leszállás: „tengerre” vagy „part-ra”. Az óvatosság a kutatók részéről érthető volt.

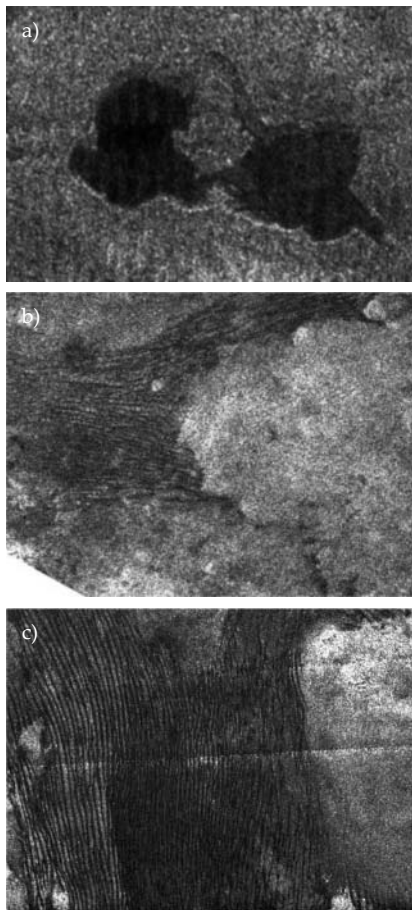
Később a radarfelvételeken megtalálták a keresett folyékony metánt és etánt a magasabb holdrajzi szélességeken tavak formájában. Olyanok ezek a tóvidékek, mint Finnország déli részén a tavak: egymást érik, össze

vannak kötve átfolyó ágakkal, partjaik zezugosak (11.a. ábra). Azért gondolják, hogy ezek tavak, mert a radarfelvételeken nagyon sötétek, mint a Földön is a környező, rücskös felszínű szárazföldeknel simább vízfelszínnek. Ezek ugyanis tükörhöz hasonlóan egyetlen irányba verik vissza a radarjeleket, így az adóhoz nem érkezik visszaszórt jel – hacsak véletlenül nem merőlegesen néz rá a szonda a folyadékfelszínre. Velük ellentétben az egyenetlen szárazföld minden irányba szórja a radarhullámokat – tehát az adó felé is – ezért a szárazföldek radarfényben fényesebbnek látszanak. A sötét foltok megtalálása már nyilvánvalóvá tette, hogy az egyenlítői szélességek környékén a „szürke” területek nem folyékony, hullámzó tengereket, hanem „sivatagokat” jelezhetnek, amelyeken az állandó, zonális szélfordrozódást, hosszú dűnesorokat (11.b. ábra) hozott létre. Amit alacsony szélességeken látunk, az sok ősi folyóvölgy látványos hálózata, kiszáradt tómeder, tengerfenék, alján sok sötét (szerves?) üledékkal. A lehulló csapadék ott elpárolog, folyadék csak a felszín alatt lehet, a felszínen csak a sarkvidékeken marad meg.

Ott azonban megmarad, tehát a Föld után a Titán a második égitest a Naprendszerben, ahol jelenleg is van tartós folyadékfelszín.

### A jégholdak gejízei (Cassini)

Gejírszerű kilövellést először a Voyager szondák láttak az Ión, ahol kén tört fel, majd a Voyager-2 a Neptunusz Triton nevű holdján talált folyékony nitrogén hajtotta gejírt [1]. Legutóbb pedig a Cassini fedezett



11. ábra. Cassini radarfelvételek a Titánról a: tóvidék, b és c: dűnemezők

fel vizet kispriccelő gejzírt az Enceladuson. Ezek a megfigyelések szerint azt jelzik, hogy az óriásbolygók jeges holdjain a fő vulkáni mechanizmus a gejzírtevékenység lehet amiatt, hogy e testek illóanyag-tartalma nagyon nagy. Ez már kisebb melegítés hatására is megolvad, és a külső jégkéreg repedésein (a szilikátokhoz képest sokkal könnyebben) kipréselődhet. Ráadásul a keverékek még alacsonyabb hőmérsékleten olvadnak meg, mint az egyes összetevőik önmagukban. A víz-ammónia keverék például az összetételi aránytól függően a tiszta víznél akár 100 fokkal is alacsonyabb hőmérsékleten olvadhat, és híg, könnyen folyó lávát képez. Így az Europa holdon lefotózott fagyott tó az ottani hőmérsékleten tulajdonképpen „lávátónak” minősíthető.

### **Élet lehetősége az Europa, illetve az Enceladus óceánjában (Galileo és Cassini)**

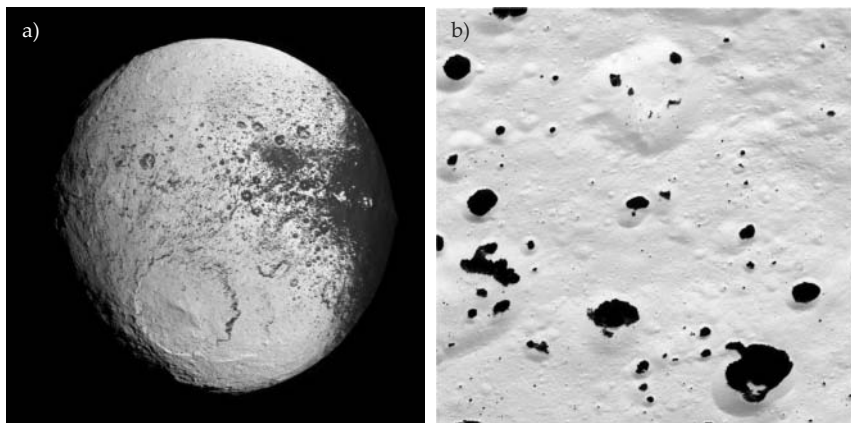
A média különösen hajlamos arra, hogy azt sugallja, ha valamely égitesten víz van, akkor ott életet is lehet találni. Természetesen mind az Európával, mind az Enceladusszal kapcsolatban ezt azonnal felvetették. Ha az Európán vékony jég réteggel fedett óceán van, akkor ott jogos lehet egy ilyen felvetés. Az Europa elég nagy tömegű és átmérőjű (3500 km) ahhoz, hogy a differenciálódás következtében a 100 km mély óceánja alatt szilikátos köpenye is legyen. A szilikátköpeny áramlásai szilikátvulkanizmust táplálhatnak az óceán alján. Ha ez igaz, akkor ott ugyanúgy megtalálhatóak lehetnek az élet feltételei, mint a Földön az óceánok mélyén, ahol primitív életformákat találtak. Ezek napfény helyett kémiai energiát hasznosítanak. Az Europa vastag vízóceánjának aljzatán a kisebb gravitáció miatt a feltételek hasonlóak lehetnek a földi tengeralatti hátságok körülményeihez, ahol a szuperkritikus állapotú víz lehetővé teszi, hogy a magas hőmérséklet ellenére primitív élőlények életben maradhassanak, sőt szaporodhassanak.

A Földön, nagy meglepetésre, az Antarktisz örök jégében is találtak életnyomokat. Ott ugyanis mintegy 70 helyen édesvízű tavak vannak a jégpáncélba zárva. Közülük a Vosztok állomás alatt mintegy 4 km mélységben van az egyik legnagyobb ilyen tó. Egy kísérleti fúrás során (amely még nem érte el a tavat) a felszínre hozott jégmagban baktériumokat találtak. Ennek a különleges életnek a tanulmányozása ötleteket adhat egy, az Európához küldendő szonda kísérleteinek a tervezéséhez. Nem zárható ki, hogy már a felszíni repedések mentén megtalálhatóak lesznek olyan primitív életformák, amelyeket a kipréselődő sós víz szállított a felszín közelébe. Ugyanakkor az Enceladus esetében nem tartom reálisnak egy ilyen mechanizmus működését, mert az 500 km átmérőjű Enceladus túl kicsi ahhoz, hogy szilikátvulkanizmust tarthasson fenn az óceánjának mélyén.

### Poláris sapka légkör nélkül? (Cassini)

Mint ismeretes, a Szaturnusz Japetus nevű holdja a Naprendszer legaszimmetrikusabb albedójú holdja. Az egyik oldala olyan fényes, mint a hó, a másik olyan sötét, mint a szén. Ennek megmagyarázására egészen vad ötleteket vetettek fel. Egy viszonylag népszerű az, hogy a Phoebe-ről jövő port sepri fel a Japetus. A Cassini közeli felvételei (12.a. és 12.b. ábrák) csak növelték a kételyt ezzel a régi elképzeléssel kapcsolatban, de még mindig ez a legelfogadottabb magyarázat és toldozgatják-foltozgatják, ha valahol ellenérveket hoznak fel. Owen és kutatótársai például azt vetették fel, hogy nem a Phoebe-ről, hanem a Titánról jött a sötét por, amikor egy nagy becsapódás energiájától tholin tartalmú por keletkezett és szóródott szét a Titán környezetében.

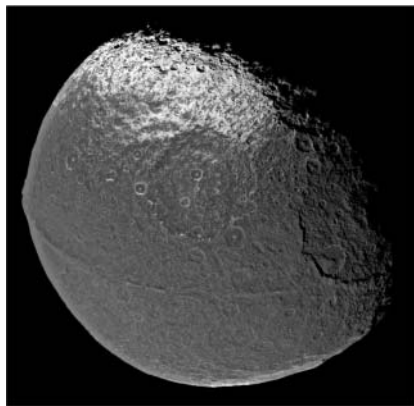
Most egy újabb dolgozatban a beszennyezéses magyarázatokkal szemben hoztak fel érveket, hogy tudniillik miért nem az egész vezető oldal sötét, hiszen a poláris vidékek világosak [1]. Ezt az ellenérvet egy szintén furcsa magyarázattal próbálják kivédeni, mégpedig azzal, hogy a Japetusnak poláris sapkája van. A poláris sapka létrejöttét légkör nélkül úgy magyarázzák, hogy a poros, sötét egyenlítői vidékek jobban felmelegszenek, és az onnan elszublimált vízmolekulák ballisztikus pályán mozogva máshol csapódnak ki a felszínen. Onnan újra elszublimálnak, és valahol újra lecsapódnak. Végül egyes vízmolekulák szép lassan elérik a poláris vidéket. A hideg poláris vidékeken azonban már nem szublimálnak, hanem ott maradnak, és így hosszú idő alatt lassan újra fehérre festik a Phoebe porától feketére változott poláris vidékek felszínét.



12. ábra. Japetus, átmenet a fényes és a sötét oldal között (Cassini-fotók)



A Phoebe porával kapcsolatban már felvetődött az ellenvetés, hogy a többi hold miért nem kapott a porból. A poláris sapkával kapcsolatban is felvetődik, hogy ha ez a mechanizmus működik, akkor más holdnál is működni kell! A Galileo és a Cassini képek alapján már ellenőrizni lehetne, hogy más jeges holdak poláris vidékei is nagyobb albedójúak-e, mint az egyenlítői vidékek.



13. ábra. A Japetus egyenlítői hegygerince (Cassini-fotó)

### Gyűrt hegygerinc egy holdon (Cassini)

Egy másik ok miatt is nagyon érdekes hold a Japetus. Az egyenlítője mentén egy hegygerinc fut végig (13. ábra), amely egyedülállóvá teszi a Naprendszer holdjai között. Gyűrt hegyet ugyanis eddig holdon csak a nagyon nagy és aktív Titánon találtak. A Japetus felszíne pedig öreg, tele van becsapódásos kráterrel. A hegygerincet viszont csak összenyomó erők hozhatták létre. A gyűrődés létrejöttét a Japetus alakjával magyarázzák. Az alakja olyan, mintha a mai 79 napos forgási periódusánál sokkal gyorsabban forgott volna kialakulásakor, vagyis a hold forgása keletkezése óta lelassult. Egy lassuló forgás egyre kisebb lapultságú forgási ellipszoid alakot hozna létre. Miután azonban a rajta talált sok becsapódás nyoma azt mutatja, hogy a hold fejlődésének már korai szakaszában kihűlt és megfagyott, ezért később a vastag kéreg alakja már nem tudott olyan könnyen megváltozni, mint egy még képlékeny testé. Ezért amikor a korábban nagyobb kidudorodású egyenlítői vidékek köpenyanyaga a vastag kéreg alól visszahúzódott, vagyis a kéreg felboltozódását már semmi sem támasztotta alá, az berogyott – ezt az egyenlítői redőt hagyva hátra. Ha a magyarázat helyes, akkor a hegygerincnek körbe kell érnie a holdat.

### Porlavinák a Callistón (Galileo)

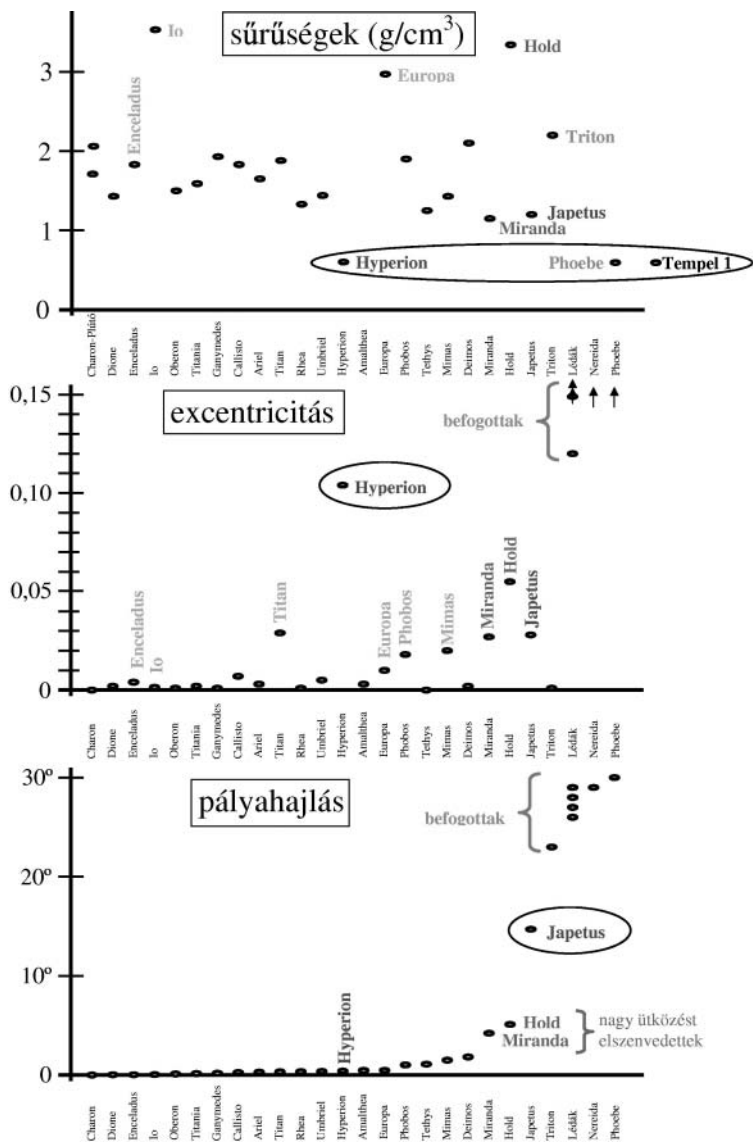
A Voyager-képekhez képest nagyfelbontású Galileo képek meglepetést hoztak a Callisto krátereivel kapcsolatban, ugyanis a legkisebb méretűek hiányoznak. Mintha valamilyen folyamat eltüntetné a kis krátereket.

Meglepetés az is, hogy a 10 km körüli kráterek némelyikében anyaglecsúszás nyomát találták, mégpedig nagy távolságra (3–3,5 km), amit egy víz nélküli égitesten nem várnánk. A nagy távolságból arra lehet következtetni, hogy nagyon finom por (nagy jégpor-tartalmú regolit) alkothatja a Callisto felszínének felső rétegét, amelynek lisztszerű szemcséi elektromosan fel is töltődhetnek, és ennek következtében lódul ilyen messzire a kráterek faláról porlavinaként lezúduló anyag.

### Üstökösmagok a Szaturnusz holdjai között? (Cassini)

2004. június 11-én repült el legelőször a Cassini-szonda a Szaturnusz-rendszer legtávolabbi holdja, a Phoebe (9.b. ábra) mellett mintegy 2000 km távolságban. A Phoebe azért érdekes, mert a pályája alapján már korábban is befogott üstökösmagnak vélték. A Naptól való nagy távolsága miatt nem aktív, így a Phoebe képében láthatunk először közelről egy nem porfelhőbe burkolódzó üstökösmagot. A Cassini-szonda pályájában okozott változásból a hold tömege, tömegéből és méretéből pedig sűrűsége volt meghatározható. Az így kapott  $0,6 \text{ g/cm}^3$  nagyon laza szerkezetre utal. A képeken lévő nagy, mély kráterek is jelzik, hogy a laza szerkezetű hold anyaga inkább beomlik, tömörödik egy-egy ütközés hatása alatt, mintsem kilökődne és elszökne a holdról.

Magam részéről a Hyperiont tartom a Szaturnusz-rendszer egyik legnagyobb talányának. Ez a hold viszonylag szabályos pályán, bent kering a Szaturnusz holdrendszerének közepén (8. ábra), pályahajlása is olyan, mint a többi reguláris holdé, bár az excentricitása jóval nagyobb (14. ábra alsó és középső diagramja). Amíg nem láttunk róla készült képet (9.c. ábra), senkinek se jutott volna eszébe, hogy ez is egy „kakukktójás”, és nem a Szaturnusz környezetében keletkezett. Legfeljebb az volt furcsa, hogy nem kötött kering, mint a legtöbb hold. Korábban arra gondoltak, hogy egy nemrég bekövetkezett ütközés lökte ki kötött forgásából, és az ütközés miatt szabálytalan az alakja is. A Cassini Hyperionról készített fotója (9.c. ábra) azonban nagyon furcsa, laza szerkezetű holdat mutat – legalább olyan mély, berogyó kráterekkel, mint a Phoebe esetében. Sűrűsége szintén  $0,6 \text{ g/cm}^3$  körülinek adódott, amivel már teljesen kilóg a reguláris holdak közül (14. ábra felső diagramja). Közben a Deep Impact szonda mozgásának a megváltozásából sikerült meghatározni egy igazi üstökös, a 9P/Tempel 1 sűrűségét is, és azt is  $0,6 \text{ g/cm}^3$ -nek mérték (14. ábra felső diagramja). Ezek a sűrűségmérések arra utalnak, hogy a Hyperion szintén befogott üstökösmag lehet. Hogyan kerülhetett erre a viszonylag normális pályára (14. ábra, alsó és középső diagramja) a holdrendszer közepére (8. ábra)?



14. ábra. A Naprendszer holdjainak pályahajlása, pálya-excentricitása és sűrűsége a pályahajlások növekedésének sorrendjében. A diagram jól mutatja, hogy a Japetus és a Hyperion milyen különleges a holdak között.

## Összefoglalás

A bolygószondák vizsgálatai alapján sok vonatkozásban finomodott a Naprendszer keletkezéséről és a bolygóóriások világáról eddig alkotott kép, és néhány jelenség magyarázatánál már dönteni is lehetett az eddig még szóba jöhető elméletek között.

*Az óriásbolygók keletkezésével kapcsolatban* az újabb, űrszondás mérések az összeállásos (akkréció) elméletet részesítették előnyben gravitációs összeomlással szemben, és rámutattak, hogy a bolygók összeállásukkor a szoláris ködnek nem – vagy nemcsak – a mostani helyükön lévő anyagát gyűjtögették be. Rámutattak továbbá, hogy az óriásbolygók meteorológiáját és sarkifény-tevékenységét nem elsősorban a Nap, hanem e bolygók belső folyamatai irányítják, valamint arra, hogy a bolygók rádiósugárzásának modulációjával nem lehet a bolygóbelső forgását mérni. Bebizonyították azt is, hogy a magnetoszféráik segítségével a bolygók bonyolult kapcsolatban vannak a környezetükben lévő anyaggal. A holdaktól és gyűrűktől anyagot ragadnak el, és azt szétterítik egész környezetükben, sőt akár a csillagközi térbe is kijuttathatják. Az is láthatóvá vált, hogy a bolygóléggörök forgását a pólusoknál örvények segítik.

*A gyűrűkkel kapcsolatban* is viszonylag koherens kép állt össze arra vonatkozóan, hogy miért és hogyan jönnek létre, és milyen folyamatok határozzák meg a szerkezetüket. Egyértelművé vált, hogy bár mindegyik óriásbolygónak van belső holdjaik porlásából származó, sötét porgyűrűje, de a Szaturnusz körül emellett létezik egy jégdarabkákból álló, látványos jéggyűrű-rendszer is, ami ritka és efemer jelenség lehet a Naprendszerben.

*A holdakkal kapcsolatban* az Io megfigyelése bebizonyította, hogy nemcsak a Naprendszer korai állapotában létezhetett, hanem még ma is létezik magmaóceán egyes égitestek belsejében. Világosabbá vált, hogy az árapály milyen fontos szerepet játszik a holdrendszerekben: felelős a fűtésért, a kérgék felrepezteséért, megváltoztathatja a holdak pályáját és forgását – s ennek következtében a felszíni domborzatukat. Lényeges szerepe lehet továbbá a differenciálódás, a mágneses terek, a légkörök és az életfeltételek létrejöttében. Felvetettünk a cikkben két hipotézist is, miszerint a jég-holdak vulkanizmusa főleg gejzírtevékenység, és hogy a Hyperion is egy befogott óriási üstökös-mag.

## Irodalom

1. Illés Erzsébet: Holdak a Naprendszerben. Meteor csillagászati évkönyv 2006, 194–227. o.
2. Illés Erzsébet: A bolygógyűrűk eredete. Természet Világa 136. évf., 3. sz. (106–109. o.), 4. sz. (178–180. o.), 2005.
3. Greenberg, R.: Unmasking Europa. Springer, Praxis, Chichester, UK, 2008.
4. Illés Erzsébet: A jeges holdak aktivitásáról. Ionoszféra és Magnetoszféra Szeminárium 2006, 35–48. o.
5. Illés Erzsébet: A Naprendszer Hamupipőkéje: a megmagyarázott Europa. Élet és Tudomány LXIV. évf., 5. sz., 134–137. o., 2009.

**HARGITAI HENRIK, KOZMA JUDIT,  
KERESZTURI ÁKOS, BÉRCZI SZANISZLÓ,  
DUTKÓ ANDRÁS, ILLÉS ERZSÉBET,  
KARÁTSON DÁVID, SIK ANDRÁS**

**Javaslat a planetológiai nevezéktan  
magyar rendszerére**

Az elmúlt évtizedek során a bolygótani névanyag és szakszókincs egyre szélesebb körben terjedt el: már mindennaposnak számít, hogy akár napilapok hasábjain is feltűnnek. A szavak jelentős részét angolból fordítják. A gyakorlatban az egyes neveket, szakszavakat különféle módon fordítják – részint hozzá nem értés, részint különféle „iskolák” tudatos névhasználata miatt. Az űrkutatás gyors fejlődésével párhuzamosan mind szélesebb körben egyre gyakoribb használatuk várható a jövőben, ezért szükségesnek látjuk a nevek írásmódjának egységesítését, legalább ajánlásszinten. Az alábbi nevek és szakszavak megállapítását többéves előzetes szakmai konzultáció előzte meg az ELTE, MAFI, MTA KTM CSKI, MCSE szakértői részéről. Ebben figyelembe vettük a nemzetközi írásmódot és a magyar névhasználat hagyományait is. Ahol nem jutottunk konszenzusra, azt külön jelezzük.

### **Földrajzi nevek**

A Nemzetközi Csillagászati Unió bolygófelszíni nevekkal foglalkozó munkacsoportjának (IAU WGPSN: *Working Group for Planetary System Nomenclature*) alapelve szerint az idegen égitestek helynevei latinus formában írandók. Riccioli 1651-es Hold-térképén még latinul nevezte meg az alakzatokat, mert akkoriban a latin volt a nemzetközi tudomány nyelve. A 19. századra azonban már minden nemzet a maga nyelvén nevezte el az alakzatokat, és fordította a hagyományos latin elnevezéseket. Akkor már az egyes szerzők egyéni neveivel volt tele a Hold térképe. Az IAU 1935-ben tette hivatalossá „letisztított” holdi nevezéktani listáját, még angol formában (például: „Carpathian Mts”). Az 1950-es években a Hold kutatása mind szélesebb közönséget foglalkoztatott, így egyre több helyen említették lefordítva a holdi helyneveket. A szovjet felfedezések nyomán születő új neveket az angol sajtó azonnal angol fordításban adta tovább. Az IAU 1961-ben a teljes nevezéktant latinosí-

totta. Mivel a nevek jó része eleve latin volt eredetileg, a latinositás főleg a hegynemeket érintette. Ám a holdi neveket ekkor is az adott nyelven közölte az akkoriban a holdi leszállóhelyekkel gyakran foglalkozó sajtó. Így például az olasz cikkekben *Appenini lunari* vagy *Appenini seleniti* szerepelt az *Appennines* helyett; *Retico* a *Rhaeticus* helyett; vagy az amerikai sajtóban *Sea of Tranquillity* a *Mare Tranquillitatis* helyett stb. A jelenség illeszkedett a kor személynév-fordítási gyakorlatához: Jules Verne nálunk Verne Gyula volt.

Ma az IAU latin nyelven „semlegesített” nevezéktana az alapja minden Földön kívüli égitest névanyagának. Éppen ez teszi nehezzé a magyar használatot, hiszen a holdi nevek esetében a korábban hivatalos angol neveknek megfelelő magyar formák használata terjedt el és van mindmáig használatban az amatőrcsillagászok körében (például a *Kárpátok* a Holdon). (Ezért ezeket a hagyományos neveket sem tarjuk hibásnak, de az ilyen alakok mellett a szabályosan képzett formák használatát sem tartjuk elvetendőnek) Az 1960–70-es évek új marsi felfedezéseit a hazai szakirodalom szintén magyarra fordítva vezette be a köztudatba (például *Mariner-völgy*). Ekkor az amerikai népszerűsítő irodalom már a latin formákat használta. Az orosz (cirill betűs) használatban a neveket mindmáig oroszos formában, a földrajzi nevek mindkét tagját lefordítva használják. Hasonlóképp a japán használat sem írja át hang vagy betű szerint a latin köznévi tagokat, hanem az annak megfelelő értelmű japán jelet használja (lásd: IPCD 2008). Bár a szaktudományos használatban egyértelműen kizárólag a hivatalos latin alakokat használják, ezek, mivel a tudomány egységes nemzetközi nyelve ma az angol, mindig angol szövegkörnyezetben jelennek meg. A magyar használatban azonban indokolhatóbb lehet a neveknek a magyar, de egységes, szabályozott használata (is) (Hargitai és Kereszturi 2002).

Az alábbiakban javaslatot teszünk az idegen égitestek felszíni alakzatai neveinek egységes magyar helyesírására. Javaslatunk szerint a hivatalos írásmód mellett vagy helyett ezek az alakok is szerepelhetnek magyar nyelvű szövegekben, térképeken. E munkával célunk az, hogy ha egy szerző magyarul kívánja szerepeltetni ezeket a neveket, akkor azt egységes iránymutatás és ne *ad hoc* fordítás alapján tegye meg. Alapelvünk, hogy a megkülönböztető tagokat megváltoztathatatlan címkéknek tekintjük, a köznévi tagokat pedig lefordítjuk, vagy ha távolról sincs magyar megfelelőjük, fonetikusán írjuk át.

A jelen munka jellegében hasonlítható a hivatalosan angol nyelvű földi tengerfenék-domborzati nevek magyar rendszerének megakotásához (Márton és Dutkó 2003), ezen belül is a fenékdomborzati formátípusok elnevezéseinek kialakításához (Dutkó 2003), melyben olyan köznévi tagokat vezettek be a Föld térképére, mint – véletlenszerűen kiragadva néhányat – például árok-

gyűrű, barázda, dóm, fal, fenékdombvidék, fenéksíkság, hát, ív, küszöb, nagy-medence, szurdok, teknővölgy stb. A planetáris rétegtanban használt elnevezések magyar megfelelőit Hargitai és mtsai (2008) dolgozták ki. A jelen munka része a planetológiában használt szakszavak angol–magyar jegyzéke, mely egyelőre csak kéziratos formában készült el (Hargitai és mtsai 2009).

## A földrajzi nevek köznévi tagjai

Kétféleképpen írhatjuk más égitestek felszíni alakzatainak helyneveit. Latinosan a nemzetközi (hivatalos IAU) írásmód szerint, ahol a név két tagját különírjuk és mindkettőt nagy betűvel kezdjük; vagy magyarosan, ahol a név két tagja között kötőjel szerepel és a magyar köznévi tag kisbetűs. Alapelvünk az, hogy utóbbi esetben az eredeti megkülönböztető tagot a nemzetközi írásmód szerint változatlanul tartjuk meg, értelmétől, esetétől és forrásnyelvétől függetlenül; a köznévi tagot (*descriptor term*) azonban lefordítjuk.

**Kráter.** A kráterek nevéhez nem tartozik köznévi tag (vagyis a *kráter* szó); folyószövegben azonban együtt szerepeltetjük, de különírva: *Tycho kráter*. A földi kráterneveket továbbra is kötőjellel írjuk.

**Terra.** A holdi és marsi *terraterületeket felföldeknek* is nevezzük. Az elnevezésnek két különböző értelmezése is lehetséges: egyrészt a szó arra utal, hogy „feljebb” van egy másik területtípusnál, ami igaz a Holdon (magasabban van a mareterületeknél), és – egészen más okból – a Marson is (itt az északi mélyföldeknél fekszik magasabban). A *felföld* terminus ugyanakkor összefonódott ezeknek a területeknek azzal a másik tulajdonságával, hogy ezek sűrűn kráterezett, ősi területek. A Vénuszon a terrák kiemelkednek ugyan környezetükből, de nem sűrűn kráterezettek (hanem tektonikusan szabdalta), a lapetuson pedig csak a fényesebb albedójú területeket jelölik. Ezért ahol ezek a terrák kiemelkednek és sűrűn kráterezettek, ott javasoljuk a hagyományos *felföld* szó használatát, ahol e két kitétel nem teljesül, csak a *föld* terminust javasoljuk használni. A marsi déli féltéken a terraterületekkel azonos szintben találhatók valamilyen anyaggal előntött, ezért kevésbé kráterezett területek: ezek *planumok*, vagyis *fennsíkok*.

**Albedóalakzatok.** A marsi albedóalakzatok valós felszíni jelenségeket jelölnek, amelyek földrajzi elhelyezkedése általában nem fedi az ugyanott megtalálható topográfiai alakzatokét. Az albedóalakzatok rendszere ugyanúgy lefedi a bolygót, mint a topográfiai alakzatok rendszere. Az albedóalakzatok alakjukat, fényességüket, egymáshoz képesti kontrasztjukat évszakosan és éves-évszázados léptékben is változtatják, ezért neveik és lehatárolásuk folyamatos korrekcióra szorul(na).



**Hamis köznévi tagú elnevezések.** Ilyenek a Holdon található albedóalakzatok nevei (*óceán, tenger, tó, mocsár, öböl*; mindig birtokos esetben). Ezek teljes magyar fordításban (megkülönböztető és köznévi tag is lefordítva) vagy latinul is elfogadhatóak, de a kettő nem keverhető, azaz: *Esők tengere* vagy *Mare Imbrium* (*Imbrium-tenger* nem). Ez a fordítási módszer nem alkalmazható a Titan „hidrológiai” jellegű (*Mare, Lacus* stb.) (itt valós értelmű) alakzataira; de alkalmazható a Mars albedóalakzatainak neveinél is.

## Holdi kráterláncok kettős neve

Három, a Hold túlfelén lévő kráterláncot az oroszok kutatóintézeteik nevének kezdőbetűivel neveztek el. Az IAU ezt nem tartotta összeegyeztethetőnek a bolygónevezéktannal, ezért átkeresztelte őket. Az orosz használatban viszont továbbra is ezeket az elnevezéseket használják, és ma már az IAU is elfogadja őket alternatív névként. Ezeknél tehát a párhuzamosan használt orosz elnevezést is feltüntetjük: *Leuschner-kráterlánc* (GDL), *Lucretius-kráterlánc* (RNII), *Michelson-kráterlánc* (GIRD).

## Elnevezés leszállóhelyen

A leszállóhelyek elnevezései (ma még) általában angol nyelvűek. Magyarul a megkülönböztető tagot nem fordítjuk, kivéve ha földrajzi jellegű leíró – alakra, nagyságra és égtájra utaló –; a köznévi tagot (például *Hill*) lefordítjuk, mert ezen elnevezések értelmének is fontos szerepe van. Például: *Family Mountain* (Hold): *Family-hegy*; *North Ray* (Hold): *Északi-sugár*; javasolt azonban az eredeti alak szerepeltetése is.

## Informális elnevezések

A marsi leszállóhelyek körül elnevezett sziklák, egyes dombok nevei nem hivatalosak. Ha ezeknél a megkülönböztető tagnak van magyar megfelelője, azt is használhatjuk, például a *Yogi* (*szikla*) a Marson magyarul *Maci Laci* (*szikla*). Az egyes nevek fordítása egyedi mérlegelést igényelhet, ezért javasolt folyó szövegben az eredeti nyelvű változatot is feltüntetni.

A kifejezetten leíró jellegű, nem hivatalos nevek mindkét tagját fordítjuk: *Kobrafej* (*Cobra Head*, Hold), *Tigriskarmolás* (*Tiger Stripes*, Enceladus) stb.

**Geológiai jellegű elnevezések.** Az angol szakirodalomban egyes alakzatoknál szerepelnek olyan helynevek is, melyek eltérnek a földrajzi névtől, és az alakzat egy korábbi formájára vagy geológiájára utalnak. E geológiai jellegű nevek köznévi tagja mindig a szöveg nyelvén szerepel. Így az *Imbrium-medence* nem a *Mare Imbrium* magyar megfelelője, hanem az *Imbrium Basin* magyar fordítása, amelynek (geológiai) jelentése maga a medence; ami eltér a *Mare Imbrium* név által jelölt szerkezettől, amely a *lávával feltöltött medencét* jelöli. Hasonlóképpen a *Hellas-medence* vagy a *Chryse-medence* az eredeti krátert jelöli (a mélyedést és az azt körülvevő sáncot, hegységgyűrűt), míg a *Hellas-síkság* vagy a *Chryse-síkság* csak az üledékkel feltöltött medencebelső neve. A Marson vannak olyan medencék (angolul *Basin*) is, amelyeknek nincs vagy teljesen eltérő hivatalos latin nevük van: ezek a feltételezések szerint valaha tavakat foglaltak magukba (például *Paraná Basin* – magyarul *Paraná-medence*).

A topográfiai medencék nevei nagyköötőjellel írandók; a *South Pole-Aitken Basin* magyar megfelelője: *Déli-sark-Aitken-medence*, az -i képzős alakja: *déli-sark-Aitken-medencei*.

A Mars néhány saját néven említett alakzatának nincs hivatalosan jóváhagyott neve. Ezek (magyar megfelelőikkel): *Tharsis Rise* (*Tharsis-hátság*), *Elysium Rise* (*Elysium-hátság*), *Coprates Rise* (*Coprates-hátság*), *Thaumasia Plateau* (*Thaumasia-plató*), *Thaumasia Highlands* (*Thaumasia-hátság*), *Prometheus Basin* (*Prometheus-medence*). A *circum-Chryse channels*, *circum-Caloris plains*, *Circum-Hellas outflow channels* stb. szerkezetek magyar megfelelői: *Chryse körüli csatornák*, *Caloris körüli síkságok* stb.

Mivel a felsoroltaknak nincs hivatalos latin megfelelőjük, ezért ezeket a neveket mindig magyarul használjuk (a *medence*, *hátság*, *plató* szavak nem szerepelnek a hivatalos latin köznévi tagok magyar megfelelői közt, tehát a megkülönböztetés egyértelmű).

## Toldalékos és összetételi formák

A toldalékok a (magyar vagy latin) nevekhez általában közvetlenül kapcsolódnak, a szükséges hasonulások vagy a szóvégi magánhangzó nyúlásának a jelölésével: *Caloris Montesszal*, *Lavinia Planitián*, *Ión*. A két különírt tagból álló latin elnevezésekhez az -i/-beli képző kötőjellel kapcsolódik; az eredeti kis- és nagybetűket megtartjuk: *Caloris Planitia-i*, *Sinus Meridiani-beli* stb. (vö. AkH. 1984: 217. b) pont). A két különírt tagból álló magyar elnevezéseknél az -i képzős forma: *Halál tavabeli*, *Méz tengerebeli*, *Rothadás mocsarabeli*, *Szivárvány öblebeli* stb. (vö. AkH. 1984: 184. pont) (Kozma 2007).

## A planetológiában használt nevezéktan köznévi tagjainak latin, angol és magyar megfelelői

Latin (egyes és többes szám); [a latin szó latinos kiejtése] és a magyar megfelelő	Angol leírás (IAU)	Latin alak jelentése	Magyar leírás	Példa	Lehetséges genetika (interpretáció) és példa égitest
arcus, arcūs [arkusz, arkúsz] <i>ív, ívek</i>	Arc-shaped feature	ív, boltív (lásd: árkus: papírív)	ívelt alakzat	Hotei-ív, Titán	kriokaldera (T)
astrum, astra [asztrum, asztra] <i>asztrum, asztrumok</i>	Radial-patterned features on Venus	asztron (gör.) → astrum (lat.): csillag, csillagkép	sugárirányú mintázatu terület, Vénusz	még nincs ilyen köznévi tagú alakzat	nova (V)
catena, catenae [katéna, katéné] <i>kráterlánc, kráterláncok</i>	Chain of craters	lánc	kráterlánc	Gipul-kráterlánc, Ganymedes	elsődleges kráterek sora (Cal), másodlagos kráterek sora (H), vulkáni kalderák sora (Io), gödörkráterek sora (M)
cavus, cavi [kavusz, kavi] <i>üreg, üregek</i>	Hollows, irregular steep- sided depressions usually in arrays or clusters	lyuk, üreg, odú, verem	üregek, gyakran szabálytalan, meredek mélyedés, többnyire többedmagukkal	Apep-üreg, Triton	aeolikus-szubglaciális mélyedés (M)

Latin és magyar alak	Angol leírás	Jelentés	Leírás	Példa	Genetika
chaos, chaoses [káosz, káoszész] <i>káosz, káoszok</i>	Distinctive area of broken terrain	khaosz (gör.) → chaos (lat.): szakadék, űr, a teremtés előtti zűrzavaros állapot	feltöredezett terület	Conamara-káosz, Europa	tektonikus-kriovulkáni terület (Eu), beomlásos terület (M), eróziós maradványterület (M)
chasma, chasmata [k <sup>h</sup> azma, k <sup>h</sup> azmata] <i>szurdok, szurdokok</i>	A deep, elongated, steep-sided depression	khaszkó (gör.) ásít → khaszma (gör.): ásító szakadék → chasma (lat.): szakadék	mély, hosszú, meredek mélyedés	Eos-szurdok, Mars; Tibur-szurdokok, Dione	rift (V), kompressziós-extenziós tektonikus árok (Tethys), aeolikus-fluviális völgy (M), tektonikusan kialakult, folyóvíz által tovább alakított árok (M)
collis, colles [kollisz, kollész] <i>domb, dombság</i>	Small hills or knobs	halom, domb	kisebb dombok	Acidalia-dombság, Mars	differenciális erózióval alakított dombok (M), salakkúpok (V, M)
corona, coronae [koróna, koróné] <i>korona, koronák</i>	Ovoid-shaped feature	korona, koszorú	ovális alakzat	Artemis-korona, Vénusz	kriovulkáni komplexum (Miranda), vulkanotektonikus komplexum (V)
dorsum, dorsa [dorszum, dorsza] <i>gerinc, gerincek</i>	Ridge	hát (lásd: dorzális: háti)	gerinc	Boszorkány-gerincek, Vénusz	kompressziós hátak sávja (V), redőgerincek (H), eróziós hátak (M)

facula, faculae [fákula, fákulé] <i>fakula, fakulák</i>	Bright spot	fax (lat.): fáklya; kicsinyítve: facula	világos folt	Memphis-fakula, Ganymedes	kriovulkán (T), palimpszeszt kráter (Gan), hegy (Amalthea)
farrum, farra [farrum, farra] <i>palacsintavulkán, palacsintavulkánok</i>	Pancake-like structure, or a row of such structures	egyfajta szarvasmarha- takarmány (középkori latin)	palacsintaszerű alakzat, illetve azok sorozata (például Vénusz)	Seoritsu- palacsinta- vulkánok, Vénusz	meredek peremű vulkáni dóмок (V)
flexus, flexūs [flekszus, flekszús] <i>ívsor, ívsorok</i>	A very low curvilinear ridge with a scalloped pattern	flexum (lat.): hajlít; inflexus: görbület	alacsony, körívszegmen- sekből álló hát (Eu)	Sidon-ívsor, Europa	extenziós repedések (Eu)
fluctus, fluctūs [flúktusz, flúktús] <i>lávaflowás, lávaflowások</i>	Flow terrain	fluere (lat.): folyik; fluctus: hullám, hullámozás, hömpölyög (lásd: fluktuál)	flowási terület	Marduk- lávaflowás, Io	lávaflowás (M), kriolávaflowás (T)
flumen, flumina [flúmen, flúmina] <i>flowó, flowók</i>	Channel on Titan that might carry liquid	flowó, vízfolyás	esetleg flowadékot szállító csatorna a Titánon	Elivagar- flowóvölgyek, Titán	flowóvölgy vagy meder (T)
fossa, fossae [fossza, fosszé] <i>árok, árkok</i>	Long, narrow depression	várárok, sáncárok, árok	hosszú, keskeny mélyedés	Ceraunius-árkok, Mars	tektonikus árok (M), aeolikus völgy (M), tektonikus-fluviális völgyrendszer (M)

Latin és magyar alak	Angol leírás	Jelentés	Leírás	Példa	Genetika
insula, insulae [ínszula, ínszulé] <i>sziget, szigetek</i>	Island (islands), an isolated land area (or group of such areas) surrounded by, or nearly surrounded by, a liquid area (sea or lake)	sziget	folyadék által körülvevett terület (Titán)	Mayda-sziget, Titán	sziget (T)
labes, labēs [lábész, lábész] <i>csuszamlás, csuszamlások</i>	Landslide	folt, omlás, csuszamlás	csuszamlás	Candor- csuszamlás, Mars	csuszamlás üledéke (M)
labyrinthus, labyrinthi [labirint <sup>h</sup> űsz, labirint <sup>h</sup> i] <i>labirintus, labirintusok</i>	Complex of intersecting valleys or ridges	labürinthosz (gör.): bonyolult folyosórendszer palotákban → labyrinthus (lat.)	keresztvező völgyek vagy hátak	Noctis-labirintus, Mars	tektonikus árokrendszer (M), poligonális felszín árkai (M)
lacus, lacus [lakusz, lakúsz] <i>tó, tavak</i>	„Lake” or small plain; on Titan, a „lake” or small, dark plain with discrete, sharp	tó	tó (Titán) vagy kisebb síkság (Hold)	Ontario-tó, Titán; Halál tava, Hold	lávával kitöltött kráter (H), sötét por takarta terület (M), metántó (T)

lenticula, lenticulae [lentikula, lentikulé] <i>lentikula, lentikulák</i>	Small dark spots on Europa	lens, lentis (lat.): lencse, kicsinyítve: lenticula	sötét folt (Eu)	még nincs ilyen köznévi tagú alakzat	mikrokáosz (Eu)
linea, lineae [línea, línéé] <i>vonat, vonalak</i>	A dark or bright elongate marking, may be curved or straight	linum (lat.): len → linea: lenfonál → vonal	sötét vagy világos hosszanti, görbe vagy egyenes alakzat	Belus-linea, Europa	extenziós, kompressziós vagy nyírófeszültség repedései (Eu), kompressziós háta (V), rift (V)
lingula, lingulae [lingula, lingulé] <i>nyelv, nyelvek</i>	Extension of plateau having rounded lobate or tongue-like boundaries	lingua (lat.): nyelv, földnyelv, nyúlvány, kicsinyítve: lingula	fennsík lebenyes peremű kiágazása	Promethei-nyelv, Mars	földnyelv (M)
macula, maculae [makula, makulé] <i>makula, makulák</i>	Dark spot, may be irregular	folt, hiba, anyajegy (lásd: makulátlan; makulatúra, makula [a szem sárgafoltja])	sötét folt	Zin-makulák, Triton	a poláris sapka maradványa (Triton), kriovulkándóm (Eu, T)
mare, maria [mare, maria] <i>tenger, tengerek</i>	„Sea”; large circular plain; on Titan, large expanses of dark materials thought to be liquid	tenger	tenger (Titán) vagy kerekded síkság	Kraken-tenger, Titán; Válságok tengere, Hold	lávával kitöltött becsapódási medence vagy egyéb terület (H), sötét homok borított terület (M), metántó (T)

Latin és magyar alak	Angol leírás	Jelentés	Leírás	Példa	Genetika
mensa, mensae [ménsza, ménszé] <i>táblahegy, táblahegyek</i>	A flat-topped prominence with cliff-like edges	mensus (lat.): kimér, adagol (ételt) → asztal, pad, plató (lásd: menza [étkezde]; meza [táblahegy])	lapos tetejű, meredek falú alakzat	Echo-táblahegy, Io; Deuteronilus-táblahegyek, Mars	sík tetejű kiemelt blokk (Io), tanúhegyek (M), rétegzett üledék (M), jégplató (M)
mons, montes [mónsz, montész] <i>hegy, hegység</i>	Mountain	hegy	hegy	Hadley-hegy, Hold; Ionian-hegy, Io; Olympus-hegy, Mars; Haemus-hegység, Hold; Maxwell-hegység, Vénusz	korona–nova (V), sasbérc (Io), többgyűrűs medence gyűrűjének maradványa (H, M, Me), forrófolt-pajzsvulkán (M, V), szubglaciális vulkán (M), gyűrthegység (V), kisebb dombok (M)
oceanus, oceani [oceánusz, oceaní] <i>óceán</i>	A very large dark area on the moon	ókeánosz (gör.): világtenger → oceanus (lat.)	igen nagy, egybefüggő sötét terület (Hold)	Viharok óceánja, Hold	láva borította terület (H)
palus, paludes [palúsz, paludész] <i>mocsár</i>	„Swamp”; small plain	mocsár	kisebb síkság (Hold)	Rothadás mocsara, Hold	kevert mare- és terraterület (H), albedóalakzat (M)



patera, paterae [patera, pateré] <i>patera, paterák</i>	An irregular crater, or a complex one with scalloped edges	phiále (gör.): áldozati ivőedény → phiala, patella vagy patera (lat.) lapos csésze, amulett (lásd: fiola; patella [térdkalács])	szabálytalan peremű / komplex kráter (kaldera)	Alba-patera, Mars	kaldera (Io, V), kriovulkáni kaldera (Triton), pajzsvulkán (M, V), salakkúp (M), korona (M, V), arachnoid (V)
planitia, planitiae [plánicia, plánicié] <i>síkság</i>	Low plain	síkság, plató	alföld	Tír-síkság, Merkúr; Amazonis-síkság, Mars; Rusalka-síkság, Vénusz	kevéssé kráterezett terület (Enceladus), lávával kitöltött medence (Me), becsapódási medence (Me, M), üledékkel feltöltött síkság (M), lávasíkság (V, M), kriolávasíkság (Triton)
planum, plana [plánium, plána] <i>fennsík</i>	Plateau or high plain	planus (lat.): sík, lapos → planum (lat.): sima, sík felület (lásd: elplaníroz)	fennsík / felföld	Danube-fennsík, Io; Meridiani-fennsík, Mars	lávasíkság (M, V), kriolávasíkság (Triton), tektonikusan kiemelt lávasíkság (M) vagy plató (V), szélhordta üledék (M), dűne borította poláris rétegzett üledék (M), sarki jégsapka (M), rétegzett síkság kiemelt blokkja

Latin és magyar alak	Angol leírás	Jelentés	Leírás	Példa	Genetika
promontorium, promontoria [promontóium, promontória] <i>fok, fokok</i>	„Cape”; headland promontoria	pro (előtt) + mons (hegy): hegyfok (lásd: promontórium [szőlőhegy])	hegyfok	Kelvin-fok, Hold	felföldi terület nyúlványa (H)
regio, regiones [régió, régiónész] <i>régió, régiók</i>	A large area marked by reflectivity or color distinctions from adjacent areas, or a broad geographic region	regio (lat.): irány, képzeletbeli határvonal az égen madárjósáshoz (lásd: régió: vidék, térség, tájék, övezet, körzet)	fényessége vagy színe miatt elkülönülő nagyobb terület	Cassini-régió, Iapetus; Colchis- régió, Io	albedóalakzat (M, Eu, Gan), erodált kráter (Ida), vulkán (V), kénhőmező (Io), tesszeraplató (V), szikla (Itokawa), sárgadinnyehéj-terület diapírjai (Triton), lávasíkság (V)
reticulum, reticula [retikulum, retikula] <i>retikulum, retikulumok</i>	Reticular (netlike) pattern on Venus	rete (lat.): háló, kicsinyítve reticulum (lásd: retikül)	hálószerű mintázat a Vénuszon	Még nincs ilyen köznevi tagú alakzat	
rima, rimae (csak a Holdon) [ríma, rímé] <i>rianás, rianások</i>	Fissure	lacrima (lat.): hasadás, könny → rima: hasadék, rés, nyílás	hasadék; a Holdon hagyományos neve rianás	Hadley-rianás, Hold	lávacsatorna (H), egyenes vagy görbe tektonikus árok (H)

rupes, rupes [rúpész, rúpész] <i>szakadék, szakadékok</i>	Scarp	szikla, szirt	szakadék	Altai-szakadék, Hold	vető (H, Me, V, M), áttolódás (Me, M), oldaleltolódás (V), tereplépcső (M), becsapódási medence gyűrűje (M), rift (Miranda)
scopulus, scopuli [szkopulusz, szkopulí] <i>fal, falak</i>	Lobate or irregular scarp	szikla, szirt	lebenyes vagy szabálytalan szakadék	Scylla-fal, Mars	áttolódás (M), redőgerincek (M), spirális „akkumulációs” (jégszublímációs- felhalmozásos) árok (M)
sinus, sinūs [szinusz, szinúsz] <i>öböl, öblök</i>	„Bay”; small plain	görbe vonal, öböl	kisebb síkság	Szivárvány öble, Hold;	sötét homok borította terület (M), láva borította kráter vagy terra terület (H)
sulcus, sulci [szulkusz, szulcí] <i>barázda, barázdák</i>	Subparallel furrows and ridges	barázda, rovátka, mélyedés	párhuzamos árkok és gerincek	Uruk-barázda, Ganymedes	árkos-sasbérces dominó rögszerkezet (Gan), kriovulkáni szerkezet (Miranda), oldaleltolódás (Enceladus), vulkán körüli lebenyes üledék (M), hüléses kompressziós vető (Triton)
solitudo [szolitúdó]	(az IAU-nál az Albedo Feature nevezéktanában)	magányosság, pusztaság (lásd: „Magányosság”)	sötét albedóalakzat a Marson	Neptuni- szolitúdó, Mars	sötét albedóalakzat (Me)

Latin és magyar alak	Angol leírás	Jelentés	Leírás	Példa	Genetika
terra, terrae [terra, terré] <i>felföld (a Marson); egyébként: föld</i>	Extensive land mass	föld, szárazföld, táj, talaj	kiterjedt földterület	Ishtar-föld, Vénusz; Noachis- felföld, Mars	sűrűn kráterezett terület (M), riftes plató (M, V), világos albedóterület (Iapetus)
tessera, tesserae [tesszera, tesszeré] <i>tesszera, tesszerák</i>	Tile-like, polygonal terrain	tesszera (gör.): négy; tessera (lat.): mozaikdarab	parkettaszerűen sokszögmintás terület, Vénusz	Tellus-tesszera, Vénusz	tektonikusan deformált plató, hátság (V), szalagtesszera (V)
tholus, tholi [t <sup>h</sup> olusz, t <sup>h</sup> olí] <i>kúp, kúpok</i>	Small domical mountain or hill	tholosz (gör.) = tholus (lat.): kör alaprajzú, dóm tetejű építmény; kupola	kisebb, kupola alakú dombok	Apis-kúp, Io; Uranius-kúp, Mars	palacsintavulkán (V, Io), meredek vulkán (Io, M), pajzsvulkán vagy salakkúp (M), feszton típusú lávafolyás (V)
unda, undae [unda, undé] <i>dűne, dűnék</i>	Dunes	hullám (lásd: unduláció)	dűnék	Hyperboreae- dűnevidék, Mars	dűnemező (M, V)
vallis, valles [vallis, vallész] <i>völgy, völgyek</i>	Valley	völgy, mélyedés	völgy	Tisia-völgyek, Mars; Ares- völgy, Mars	Rift (M, H), szivárgásos völgy, áradásos völgy, völgyhálózat, vulkanikus- fluviális-tektonikus csatorna, olvadékcatorna, kimart völgy (M), egymást átfedő kráterek (H, Me), lávacsatorna (H, V)

vastitas, vastitates [vásztítás, vásztitátész] <i>síkvidék</i>	Extensive plain	pusztaság, sivárság	kiterjedt síkság (Mars)	Borealis- síkvidék, Mars	üledék borította síkság (M)
virga, virgae [virga, virgél] <i>sáv, sávok</i>	A streak or stripe of color	sugár, vessző, sáv, csík (lásd: virga: a földfelszínt el nem érő esősáv)	sávszerű rövid albedóalakzat, Titán	Hobai-sáv	lineáris sötét albedóalakzat (T)
<b>Nincs köznévi tag:</b>					
–	Albedo Feature: Geographic area distinguished by amount of reflected light		albedóalakzat: a környezetétől eltérő fényvisszaverő- képességű terület	Pieria, Merkúr	a környezeténél világosabb felszín
–	Crater: A circular depression	kerannümi (gör.): kever → kratér: borvegyítő edény → crater (lat.) ua.	kráter: kerekded mélyedés	Tycho, Hold (folyó szövegben: Tycho kráter, Hold)	kisebb (kb. < 300 km) becsapódási eredetű kráter
–	Satellite crater	–	kísérőalakzat (kráter)	Abbe H, Hold	
–	Plume: Cryo- volcanic features	–	kitörésfelhő	Hili, Triton	kriovulkáni / gejzírkitörés felhőjének

Latin és magyar alak	Angol leírás	Jelentés	Leírás	Példa	Genetika
–	Eruptive Center: Active volcanic centers on Io	–	aktív vulkáni kitörési központ	Prometheus, Io	aktív vulkán vagy forró folt (Io)
–	Large ringed feature	–	nagyobb, gyűrű alakú alakzat az Európán	Tyre, Europa	relaxálódott becsapódásos kráter, palimpszeszt (Cal, Gan, Eu)

Rövidítések: M: Mars, H: Hold, V: Vénusz, T: Titán, Eu: Europa, Me: Merkúr, Gan: Ganymedes, Cal: Callisto  
 A kiejtésben az „a” rövid á hangot jelöl. A kiejtést csak tájékoztató jelleggel közöljük; magyar beszéd közben a latinos hangsúlyok magyarossá válhatnak. A középkori latinos kiejtési alakok forrása: Furka Tamás 2009.

## Megjegyzés az angol helyesíráshoz/fordításhoz

Angol nyelvű szövegek a többes számú köznévi tagok latinosan képzett alakjait használják: „*It is believed that Roncevaux and Saragossa Terrae show the underlying colour of Iapetus.*” „A Roncevaux- és Saragossa-földekről úgy vélik, hogy a Iapetus felszíne alatt fekvő réteg színét mutatják meg.” Egy másik példa: „*They are the remaining terrain between smooth, resurfaced plana and low planitiae-basins.*” „Ezek alkotják a sima, felszín-újraképződésen átesett fennsíkokat (*vagy* planumokat) és mély síkság-medencéket (*vagy* planitia-medencéket).”

A *Valles* és *Montes*, azaz e többes számú alakok mindig határozott névelő után állnak: „*The outermost ring is divided into the Montes Carpatius, the Montes Apenninus and the Montes Caucasus.*” „A legkülső gyűrűt a Kárpátok, az Appenninek és a Kaukázus alkotják.”

## Kivételek

(Több, ismert magyar változat esetén elől áll a hagyományos, csillagász körökben általánosan használt, utána *zárójelben* a „szabályosan képzett”, azaz szintén nem kifogásolható változat.)

### MARS

#### Valles

Valles Marineris      Mariner-völgy (*Mariner-völgyrendszer* [!]) (az eredetiből mechanikusan képzett *Marineris-völgyek* forma helyett!) (a Mariner űrszondáról)

### HOLD

(E lista alapja: Hargitai–Kocsis–Kász 2003)

#### Vallis

(azok a helynevek, amelyeknek hagyományos névváltozatuk is ismert)

Vallis Alpes      Alpesi völgy (*Alpes-völgy*) (korábbi hivatalos neve: Alpine Valley)

Vallis Schröteri      Schröter-völgy (korábbi hivatalos neve: Schröter's Valley)

#### Montes

(azok a helynevek, amelyeknek hagyományos névváltozatuk is ismert)

Montes Alpes      Alpok (*Alpes-hegység*) (korábbi hivatalos neve: Alps)

Montes Apenninus      Appenninek (*Apenninus-hegység*) (korábbi hivatalos neve Apennines)

Montes Carpatus	Kárpátok ( <i>Carpatus-hegység</i> ) (korábbi hivatalos neve Carpathians)
Montes Caucasus	Kaukázus ( <i>Caucasus-hegység</i> ) (korábbi nemhivatalos neve the Caucasus)
Montes Cordillera	Kordillerák ( <i>Cordillera-hegység</i> ) (korábbi hivatalos neve Cordillera Mts.)
Montes Pyrenaeus	Pireneusok ( <i>Pyrenaeus-hegység</i> ) (korábbi hivatalos neve Pyrenees (Mts.))
Montes Harbinger	Hírmondó-hegység ( <i>Harbinger-hegység</i> ) (A csúcsokat megvilágító napfény ad hírt a napkeltéről az Aristarchus kráter felett.)
Montes Spitzbergen	Spitzbergák ( <i>Spitzbergen-hegység</i> )
<i>Megjegyzés: a Montes Rectinek van hagyományos (hivatalos) angol fordítása (Straight Range), de magyar nincs.</i>	

### Rupes

(azok a helynevek, amelyeknek hagyományos névváltozatuk is ismert)

Rupes Recta	Egyenes Fal ( <i>Recta-szakadék</i> ) (ritkán: Nagy Fal) (Eredeti hivatalos neve: The Straight Wall)
-------------	---

### Lacus

Lacus Aestatis	Nyár tava
Lacus Autumni	Ősz tava
Lacus Bonitatis	Jóság tava
Lacus Doloris	Fájdalom tava vagy Kín tava
Lacus Excellentiae	Kiválóság tava
Lacus Felicitatis	Boldogság tava
Lacus Gaudii	Öröm tava
Lacus Hiemalis	Tél tava
Lacus Lenitatis	Gyengédség tava
Lacus Mortis	Halál tava
Lacus Odii	Gyűlölet tava
Lacus Perseverantiae	Kitartás tava
Lacus Somniorum	Álmok tava
Lacus Spei	Remény tava
Lacus Temporis	Idő tava
Lacus Timoris	Félelem tava
Lacus Veris	Tavaszi tava

### Mare

Mare Anguis	Kígyó-tenger
Mare Australe	Déli-tenger
Mare Cognitum	Ismert-tenger



Mare Crisium	Válságok tengere vagy Veszélyek tengere
Mare Fecunditatis	Termékenység tengere
Mare Frigoris	Hidegség tengere
Mare Humboldtianum	Humboldt-tenger (Alexander von Humboldtról)
Mare Humorum	Nedvesség tengere
Mare Imbrium	Esők tengere
Mare Insularum	Szigetek tengere
Mare Marginis	Perem-tenger
Mare Nectaris	Méz tengere vagy Nektár tengere
Mare Nubium	Felhők tengere
Mare Orientale	Keleti-tenger
Mare Serenitatis	Derűtség tengere
Mare Smythii	Smyth-tenger (William Henry Smythről)
Mare Spumans	Habzó-tenger vagy Tajtékzó-tenger
Mare Tranquillitatis	Nyugalom tengere
Mare Undarum	Hullámok tengere
Mare Vaporum	Párák tengere
Mare Ingenii	Tehetség tengere ( <i>a Hold túlsó oldalán</i> )
Mare Moscoviense	Moszkva-tenger (Sea of Muscovy: nem a városról, hanem a Moszkvai Nagyfejedelemségről [latinul: Ducatu Moscoviensi]) ( <i>a Hold túlsó oldalán</i> )

## **Oceanus**

Oceanus Procellarum	Viharok óceánja
---------------------	-----------------

## **Palus**

Palus Epidemiarum	Járványok mocsara vagy Betegségek mocsara vagy Ragályok mocsara
Palus Putredinis	Rothadás mocsara
Palus Somni	Álom mocsara

## **Sinus**

Sinus Aestuum	Hőség öble vagy Melegség öble vagy Dagályok öble
Sinus Amoris	Szerelem öble vagy Szeretet öble
Sinus Asperitatis	Durvaság öble
Sinus Concordiae	Egyetértés öble
Sinus Fidei	Remény öble vagy Bizalom öble
Sinus Honoris	Megbecsülés öble
Sinus Iridum	Szivárvány öble vagy Szivárvány-öböl
Sinus Lunicus	Luna-öböl
Sinus Medii	Közép öble vagy Központi-öböl
Sinus Roris	Harmat öble
Sinus Successus	Siker öble

## Égitestnevek

A csillagászati szavak magyar helyesírásával 1975-ben az MTA Csillagászati Bizottsága Ponori Thewrewk Aurél vezetésével foglalkozott. Ekkor javasolták, hogy a Nap, Föld, Hold, Naprendszer, Tejútrendszer, Galaxis, Világegyetem szavakat szakszövegben, ha az értelem megkívánja, tulajdonnévként, nagy kezdőbetűvel írják; a Naprendszer nagybolygóinak nevét pedig fonetikusán, azaz *Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Neptunusz, Plútó* formában írják (addig a kérdés szabályozatlan volt, jellemzőek voltak a *Mársz, Vénus* stb. alakok is). A kisbolygók és a csillagok nevénél továbbra is a latin írásmód megtartását javasolják. A csillagképek neve esetén mind latin, mind magyar változatban minden szavukat nagy kezdőbetűvel írva javasolják – rögzítve az akkor már a Csillagászati évkönyvekben használt gyakorlatot (Dezső és Kálmán 1979).

A nyolcvanas években, az űrszondás megfigyeléseknek köszönhetően kerültek előtérbe a különféle holdak, amelyek nevét magyarul kezdetben fonetikusán írták, később azonban mind elterjedtebb lett a nemzetközi névírás, amely mára szakmai körökben egységesen elfogadottnak számít; ugyanakkor a napjainkban kiadott, eredetileg angol nyelvű könyvek nem szakemberek által készített magyar fordításaiban gyakran még fonetikus átirásokkal találkozhatunk.

A magyar nyelv egyik jellemzője, hogy ragaszkodik a már meggyökeresedett, hagyományos írásmódokhoz. Még akkor is ezt teszi, ha az adott név észérvekkel hibásként jellemezhető. Erre egy ismert példa az *Új-Fundland* név, mely látszólag az *Új-Zéland* névvel analóg, valójában azonban a sziget nem valamely Fundland nevű európai városról vagy tájról kapta nevét: az elnevezés a *new found land* („újonnan felfedezett föld”) kifejezésből származik. (Dutkó 2003)

Több égitestnév esetében találkozunk magyaros és nemzetközi írásmóddal is. A magyar nyelvben kétféle tendencia látható: egyrészt ha egy idegen szót gyakran használnak, az előbb-utóbb elveszti idegen jellegét és írása is fonetikussá válik (például *Vénusz*; *szerver*, *webszájt*). Ezen szavak írásmódja már meggyökeresedett nyelvünkben, azaz már „befogadta” a szót. Ugyanakkor különösen a tulajdonnevek esetében ma egyre gyakoribb a nemzetközi írásmód átvétele: ennek előnye, hogy a név használata minden nyelvben egységes, ennek megfelelően például az interneten is könnyen kereshető, azonosítható.

Javaslatunk szerint a *Föld típusú bolygók* és a *Jupiter típusú bolygók* (röviden: *bolygók*) nevei fonetikusán (*Merkúr, Szaturnusz* stb.), a holdak, kis-

bolygók, törpebolygók és más hasonló égitestek nevei latinosan, a nemzetközi írásmód szerint (*Ceres, Vesta, Io, Europa* stb.) írandók.

*A kivételek a következők:* A *Ganymedes* neve csak az itt megjelölt formában írandó, a hagyományos német, cseh, szlovák, spanyol, finn stb. írásmódhoz hasonló hagyományos magyar írásmód alapján. A *Ganymedes* írásmódját illetően teljes a szakmai konszenzus, magyar szövegben a hivatalos alakot (Ganymede) nem használjuk.

A Titan, Iapetus és Pluto nevének írásmódjáról nincs konszenzus szakmai körökben. Helyesírásilag egyik alak sem hibás, de mindenképpen javasolt, hogy egy szövegen belül a különféle nevek írása egységes elveket kövessen.

**Titan/Titán:** Neve a több évtizedes magyar hagyomány alapján ékezettel írandó (például a CSKI gyakorlatában) vagy a nemzetközi írásmód szerint ékezet nélkül (például az MCSE gyakorlatában). Az ékezetes írásmód melletti érv lehet, hogy ez az egyetlen holdnév, amely nem konkrét mitológiai vagy képzelt személy *tulajdonnevé*t, hanem egy lénycsoport – a titánok – nevét viseli; valamint hogy ezáltal írásmódjában is megkülönböztethető a Titan hordozórakétától.

**Iapetus/Japetus:** Nevét a magyar hagyományos, valamint az angolul és németül is elfogadott alternatív írásmód alapján *Japetusként* vagy a nemzetközi (hivatalos) írásmód szerint *Iapetusként* is szokás írni. A két alak egyenértékű.

**Pluto/Plútó:** Jelen évkönyv kiadója kiadványaiban e nevet azóta, amióta törpebolygónak sorolták be, egységesen Pluto formában írja. A Pluto alak (újra) bevezetése mellett szól, hogy írásmódja is jelzi az égitest jellegét, de ellene szól, hogy nyelvileg már meghonosodott, azaz a Pluto alak használata a Plútóhoz képest *nyelvileg* visszalépés.

A kisbolygók esetében a hivatalos nevek két tagból állnak: egy zárójelben feltüntetett számjelből (*designation*) és a tulajdonképpeni névből (*name*). A gyakorlatban a számjelet sokszor elhagyják.

### A kivételek különféle nyelvi megfelelőinek összehasonlítása

<i>IAU hivatalos</i>	(134340) Pluto	Ganymede	Titan	Iapetus
<i>angol</i>	Pluto	Ganymede	Titan	Iapetus/Japetus
<i>német</i>	Pluto	Ganymed	Titan	Iapetus/Japetus
<i>francia</i>	Pluton	Ganymède	Titan	Japet
<i>magyar</i>	(134340) Pluto/ Plútó	Ganymedes	Titan/Titán	Iapetus/Japetus

**Kiejtés.** Ezeknek a neveknek a magyar kiejtése, éppen a nemzetközi írásmód alkalmazása miatt, többféle lehet. A „helyes” kiejtés meghatáro-

zására nem teszünk kísérletet, de itt rögzítjük, hogy a csillagászok és a planetológusok (a 2008-as állapot szerint) a következőképpen ejtik az egyes neveket: Io: *Ió*, Europa: *Európa*, Ganymedes: *Ganiümedesz*, Callisto: *Kallisztó*, Enceladus: *Enceládusz*, Charon: *Kárón*, Iapetus: *Japetusz* (a szó eredeti, görögös kiejtése i-apedosz, azaz ennek alapján a(z) Iapetus „az” határozott névelős írása is elképzelhető.)

## Irodalom

- AKH. 1984 = A magyar helyesírás szabályai. 11. kiadás, 12. (szótári anyagában bővített) lenyomat. Budapest: Akadémiai Kiadó. 2000.
- Blagg, Mary Adela; International Association of Academies. Lunar Nomenclature Committee; Saunder, Samuel Arthur (1913): Collated list of lunar formations named or lettered in the maps of Neison, Schmidt, and Mädler
- Dezső Loránt – ifj. Kálmán Béla (1979): Csillagászati vonatkozású szavak értelmezéséről és írásmódjáról. Csillagászati évkönyv 1978. Budapest, Gondolat, 248–254. o.
- Dutkó András (2003): A Világóceán földrajzinév-tára és elektronikus atlasza. Doktori értekezés. ELTE Informatikai Kara, Térképtudományi Tanszék
- Dutkó András – Márton Mátyás (2003): Standardization of undersea feature names – Tengerfenék-domborzati képződmények neveinek egységesítése. ELTE Térképtudományi Tanszék honlapja, 2003. Az International Hydrographic Bureau: Standardization of undersea feature names. Monaco, 2001 nem hivatalos angol–magyar változata.
- Hamill, Kenny (1963): Place-names on the Moon: A report. In: Names: Journal of the American Name Society, Vol. 12, No. 2.
- Hargitai Henrik – Kereszturi Ákos (2002): Javaslat magyar bolygótudományi szaknyelvi norma létrehozására. Geodézia és Kartográfia LIV. 2002/9. 26–32.
- Hargitai Henrik – Császár Géza – Bérczi Szaniszló – Kereszturi Ákos (2008): Földön kívüli égitestek geológiai és rétegtani tagolása és nevezéktana, Földtani Közlöny 138/4, 323–337. o.
- Hargitai Henrik – Kocsis Antal – Kász László (2003): Holdi alakzatok nevezéktana. Balatonfüzű [Kézirat]
- Hargitai és mtsai (2009): Terminológia. <http://planetologia.elte.hu/terminologia.doc>
- IPCD (2008): International Planetary Cartography Database; <http://planetologia.elte.hu>.
- Kozma Judit (2007): Égitestek felszínformáinak helyesírási kérdései in: Kuna Ágnes, Veszelszki Ágnes (szerk.) (2007): 3. félúton konferencia; az ELTE nyelvészdoktoranduszainak konferenciája Budapest, 2007. ápr. 25–26.
- Sadler, D.H. (ed.) (1962): Proc. 11th general assembly of the IAU (Berkeley, 1961). IAU Trans. XIB, Acad. Press, p. 234

# BESZÁMOLÓK



MIZSER ATTILA

## A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2008-ban

Nem vagyunk könnyű helyzetben, ha össze kell foglalnunk a 2008-as évet. Ami a látványos égi jelenségeket illeti, 2008 átlagos évnak mondható. Bár nem volt hiány fogyatkozásokban, az időjárás alaposan belecsúszott megfigyelhetőségükbe. Az augusztus 1-jei részleges napfogyatkozás hazai észlelését több helyen akadályozta a felhőzet. A február 21-i hajnali holdfogyatkozást természetesen csekélyebb érdeklődés övezte, míg az augusztus 16-i részleges holdfogyatkozás a Sziget Fesztivál egyik ingyenes látványossága lett, köszönhetően a kedvező időpontnak. Az utóbbi fogyatkozást a Polaris Csillagvizsgálóban Reneszánsz holdfogyatkozásként mutattuk be, kapcsolódva a Reneszánsz Év eseményeihez. Az év leglátványosabb eseménye a december 1-jei Vénusz-fedés volt. Nem csupán a fedés volt rendkívül figyelemfelkeltő látvány: az alig 2 foknyira tartózkodó Jupiter tovább növelte a jelenség érdekességét. Ismét részt vettünk a szeptember 26-i Kutatók Éjszakája rendezvényein, sajnos az időjárás ezúttal kedvezőtlenül alakult, nem nyílt alkalom a sokak által várt távcsöves bemutatókra. Ugyancsak közreműködünk a Föld Éve programjaiban. A Múzeumok Éjszakáján is ismét részt vettünk.

2008. március 29-én Magyarországon is lekapcsolták a díszvilágítást egyetlen órára, a Föld órája nemzetközi akció keretében. Öröndötes, hogy a WWF 2007-ben Sydney-ből indult, figyelemfelkeltő kezdeményezése Magyarországon is gyökeret vert. Új kezdeményezésként éjszakai túrákat indítottunk a Zselici Tájvédelmi Körzetben, a majdani Csillagos Ég Rezervátumban. Az ilyen éjszakai túrák jó alkalmat jelentenek az érdeklődők bevonására, a csillagos égbolt iránti érdeklődés felkeltésére.

2008 a Csillagászat Nemzetközi Évére való felkészülés éve is volt. Az év tiszteletére, egyben fontos segédletként állítottuk össze 2009-es évkönyvünket, amely minden korábbinál nagyobb terjedelemben jelent meg, közel 400 oldalon. A kötetben foglalkoztunk a Csillagászat Éve ki-

emelt programjaival (100 óra csillagászat, fényszennyezés és a 400 éves jubileummal kapcsolatos események). Évkönyvünkben olvasható először magyar nyelven Galilei egyik leghíresebb műve, a Sidereus Nuncius. Előkészítettük a Csillagászat Évével kapcsolatos szóróanyagunk megjelentetését (10 ezer példányban) és az évnek szentelt honlapunkat ([www.csillagaszat2009.hu](http://www.csillagaszat2009.hu)). Csillagászati hírportálunk, a [hirek.csillagaszat.hu](http://hirek.csillagaszat.hu) az év honlapja lett. Az elmúlt időszakban is számos diák pályázatot, vetélkedőt támogattunk.

## Rendezvények

Közgyűlésünket az Óbudai Művelődési Központban tartottuk, a rendezvény egyik kiemelt témája A Csillagászat Nemzetközi Évére való felkészülés volt. A közgyűlés résztvevői megválasztották az MCSE tisztségviselőit a 2008–2012-es időszakra. Az elnökség tagjai: Dr. Kolláth Zoltán (elnök), Dr. Hegedüs Tibor (alelnök), Mizser Attila (főtitkár), Sárnecky Krisztián (titkár), Tepliczky István (titkár), Balaton László, Boros-Oláh Mónika, Horvai Ferenc, Horváth Tibor, Dr. Kereszturi Ákos, Dr. Kiss László, Nyerges Gyula, Dr. Szatmáry Károly, Trupka Zoltán. Számvizsgálók: Dienes Péter, Spányi Péter és Turzó Péter.

Szeptember 20-án napórás találkozó volt Bicskén. November 15-én rendeztük meg az üstökösészlelők találkozóját. Május 24-én szakköri találkozó, április 12-én Hold-észlelők találkozója volt. Május 31-én pedig egész napos kirándulást szerveztünk az Ógyallai Csillagvizsgálóba.

Hagyományos ifjúsági táborunkat Ágasváron tartottuk, július 1–8. között. Az időjárás idén is kedvezően alakult, sok derült éjszakán folytathattunk megfigyeléseket. A piszkéstetői látogatás mellett most először felkerestük a rimaszombati csillagvizsgálót (Szlovákia), amely messze jobb körülmények mellett működik, mint a magyarországi bemutató csillagvizsgálók.

Meteor '08 Távcsoves Találkozóinkat az óriási befogadóképességű tarjáni táborhelyen tartottuk. Sajnos az időjárás nem fogadta kegyeibe a találkozót, az augusztus 1-jei napfogyatkozás észlelését még az eső is megzavarta. Ennek ellenére a tábori létszám ismét rekordot döntött, 318-an vettek részt rendezvényünkön. Kiskun Csoportunk új helyszínen tartotta nagysikerű táborát Jászszentlászlón, a Kézművesek Tanyáján. Augusztusi Perseida-táborunkat az ország legsötétebb egü régiójában, a Zselicben tartottuk, a Süllysápi Amatőrcsillagász Egyesülettel közösen.



## Polaris Csillagvizsgáló

Csillagvizsgálónk közel 200 estén tartott nyitva. Három előadás-sorozatot tartottunk, tavasszal a Kulin György Csillagászati Szabadegyetem előadásaira vártuk az érdeklődőket, ősszel a Szentmártoni Béla Csillagászati Szabadegyetemre (amatőr észlelésekkel kapcsolatos sorozat), míg a téli-tavaszi időszakban Dávid Gyula Kozmofizika '08 elnevezésű sorozatát kísérhette figyelemmel a hallgatóság. A csillagvizsgálóban heti rendszerességgel szakkör működik. Új kezdeményezésként kisiskolások számára is indítottunk szakkört, melyre a gyerekek nagy örömmel járnak. Szakköröseink ötödik helyezést értek el az ESO Catch a Star 2008 pályázatán: Rieth Anna és Veréb Dániel angol nyelven megírt pályamunkájukban kölcsönható galaxisokat mutattak be. A Polarisban járt a III. kerület polgármestere, Dr. Bús Balázs, aki jelképesen „átvette” a (107 050) Aquincum elnevezésű kisbolygót, melyet Kiss László és Sárneczky Krisztián fedezett fel még 2001-ben.

Egyesületünknek két alkalmazottja volt 2008-ban, Mizser Attila és Sárneczky Krisztián. Díjazásuk egységesen bruttó 138 E Ft/hónap volt. 2008-ban két pályázatunk volt sikeres, az NKA a Meteort támogatta 800 E Ft-tal, az ÓKM pedig az MCSE működési költségeihez járult hozzá 150 E Ft-tal. Számos magánszemély is támogatta egyesületünket, közülük Kiss Lászlót emeljük ki, aki egész évben az MCSE számára utaltatta át MTA doktori pótlékát. Az SZJA 1%-ából 5 857 E Ft támogatást kaptunk.

# BALÁZS LAJOS

## Az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének működése 2008-ban

2008 júniusában került sor az ONTHEFRINGE négy iskolából álló sorozatának utolsó tanfolyamára, amelynek az volt a célja, hogy a fiatal csillagászok gyakorlatot szerezzenek az optikai interferometriában. A negyedik VLTi nyári iskolát „Astrometry and Imaging with the Very Large Telescope Interferometer” címmel Keszthelyen a Helikon szállóban rendezték meg 2008. június 2–13. között. A helyi szervezés az MTA KTM CSKI feladata volt. Az iskola az Európai Unió 6. keretprogramjában a Marie Curie projekt része volt, és a világ minden tájáról (főként az EU országából) 53 fiatal kutató vett részt rajta.

### Tudományos eredmények

#### Változócsillagok

##### *Csillagok belső szerkezete, pulzációja*

*RR Lyrae változók:* Elvégeztük az MW Lyr, nagy amplitúdójú Blazskó-modulációt mutató csillag, 2006–2007-ben a 60 cm-es távcsővel kapott, kiterjedt, többszín-fotometriai méréseinek feldolgozását és elemzését. A fénygörbe Fourier-spektruma a hasonló csillagoknál már jól ismert triplett szerkezeten túl kvintuplett és szeptuplett komponenseket is tartalmaz. Az illesztett és észlelt fénygörbe különbsége egyes jól meghatározott fázisokban lényegesen nagyobb, mint a többi fázisban. Ezt valószínűleg sztochasztikus, kaotikus folyamatok magyarázhatják (Jurcsik, Sódor, Szeidl).

Kifejlesztettünk egy módszert (IPM) az alapl módusú RR Lyrae csillagok pulzációja során bekövetkező luminozítás-, hőmérséklet- és sugárváltozásának csupán többszín-fotometriai adatsorokból történő meghatározására. Az eljárás modulálatlan RRab csillagok esetében hasonló pontosságú eredményt ad, mint a radiális sebesség-méréseket felhasználó Baade–Weselink-módszerek. Az eljárás alkalmazásával először sikerült kimutatni,

hogy milyen változások történnek egy csillag átlagos fizikai paramétereiben (luminozitás, hőmérséklet, sugár) a Blazskó-moduláció során (Sódor, Jurcsik, Szeidl).

Befejeztük az M53 és M92 gömbhalmaz 2006 tavasza óta tartó, az Intézet 60/90 cm-es Schmidt-kamerájával folyó többszín-fotometriai észlelés-sorozatát. A vizsgálatok eredményeképpen az M53-ban az eddig ismert 8 rövid periódusú ( $P < 0,1$  nap) csillagon kívül további 7 ilyen objektumot fedeztünk fel, melyek többsége SX Phoenicis típusú változócsillag. Emellett 3 hosszú periódusú és számos vörös irreguláris csillagot találtunk, valamint felvettük 54 RR Lyrae típusú csillag fénygörbéjét, amelyek között két új objektum van, három esetben pedig kimutattuk a fénygörbe modulációját (Dékány, Kovács).

2008 nyarán megkaptuk a CoRoT műhold első RR Lyrae észlelési adatait. A kapott idősorok vizsgálata során kimutattuk, hogy az LRC01 területen talált 5 RR Lyrae csillagból 4 Blazskó-modulációt mutat, ezek közül az egyik esetében a fázismoduláció amplitúdója az eddig talált legnagyobb. Meghatároztuk a csillagok frekvenciatartalmait és a fénygörbéket leíró matematikai paramétereket. Az egyik Blazskó-modulációt mutató csillag Fourier-spektrumában magasrendű multipllett szerkezeteket azonosítottunk (Paparó, Benkő, Szabó).

Meghatároztuk a BS Com kétmódusú RR Lyrae csillag fizikai paramétereit a megfigyelési adatok alapján. A számításokhoz pulzációs, fejlődési és csillaglégkör-modelleket használtunk fel. Az utóbbiak alapján kiszámított effektív hőmérséklet és fémesség jó egyezést mutatott a pulzációs és a fejlődési modellek alapján kapottakkal (Dékány, Kovács).

*$\delta$  Cephei változó:* Az EROS-2 égboltfelmérő program adatbázisát felhasználva a Magellán-felhők kétmódusú cefeidáit tanulmányoztuk. 74 alaplómódusban és első felhangban pulzáló (F/O1) kétmódusú cefeidát találtunk a Nagy Magellán-felhőben, míg a Kis Magellán-felhőben 41-et. Az első és második felhangban egyszerre pulzáló beat cefeidából (O1/O2) 173-ra, illetve 129-re bukkant a keresőalgoritmus (Szabó).

Tovább folytattuk az általunk összeállított, háromszáz klasszikus cefeidát tartalmazó, homogén adatbázis alapján a tejútrendszerbeli cefeidák fénygörbéjéből és radiálissebesség-változásának fázisgörbéjéből meghatározható fenomenológiai paraméterek fémtartalomfüggésének vizsgálatát. Megállapítottuk, hogy a fotometriai amplitúdók hullámhossz-függésében is tapasztalható a légköri nehézelem-gyakoriságtól való függés. A Siding Spring obszervatóriumban felvett színképek alapján hat déli cefeidáról pedig kimutattuk a spektroszkópiai kettős rendszerhez való tartozásukat (Szabados).

*δ Scuti változók:* Publikáltuk a HD 49434 CoRoT célpont kiterjedt, földi bázisú fotometriai és spektroszkópiai kampányára alapozott eredményeket. A 0,2–1,7 ciklus/nap intervallumban 4, míg az 5–12 ciklus/nap intervallumban 6 frekvenciát azonosítottunk. A kis frekvenciák a  $\gamma$  Doradus csillagokra, míg a magasabb frekvenciájú módusok a  $\delta$  Scuti csillagokra jellemzőek, vagyis ez egy úgynevezett hibrid csillag (Paparó).

A HD 170699  $\delta$  Scuti típusú CoRoT jelöltnek a földi bázisú megfigyelések alapján egy jól meghatározott frekvenciáját (10,45 ciklus/nap) azonosítottuk. A csillag többszörös periodicitása valószínűsíthető, ennek bizonyítása vagy cáfolata a CoRoT megfigyelések feladata lesz (Paparó).

*Fehér törpék oszcillációja:* Fehér törpe csillagok WET (Whole Earth Telescope) XCov25 kampányának keretében került sor a DBV típusú GD 358 megfigyelésére. A 436 órás adatsor alapján 27 független frekvenciát sikerült meghatározni, amelyek közül több triplett szerkezetű (összesen 10 módust lehetett azonosítani). A 24 évet átfogó korábbi észlelésekkel való összehasonlítás azt mutatja, hogy noha a frekvenciák többsége állandó, a multiplettek szerkezete komplex, nem azonosítható egyszerűen a rotációs felhasadással, mint azt korábban tették (Bognár, Paparó).

A PG 1159-035 csillag újabb 76 pulzációs frekvenciáját azonosítottunk WET kampány keretében. A korábbi ismert 122 azonosított móddal együtt az ismert gerjesztett módusok száma 198-ra emelkedett. A Nap után ezen a csillagon lehetett a legtöbb módust azonosítani (Bognár, Paparó).

*Pulzáló változók modellezése:* Vizsgáltuk, hogy az RR Lyrae modellek pulzációjában miként változik a megfigyelhető fizikai paraméterek egyes ciklusokra vett átlaga az amplitúdó függvényében. Erre a legegyszerűbb lehetőség a határciklus kialakulása előtti tranziens vizsgálata. Valóságosabb képet ad, ha kiterjedt modellsorozatot futtatunk eltérő turbulens viszkozitással. A két teszt lényegében azonos eredménnyel szolgált, így jó közelítéssel megadható az átlagértékek amplitúdótól való függése (Kolláth).

#### *Aktív jelenségek csillagok légkörében*

Folytattuk az idő-frekvencia-eloszlások alkalmazhatóságának tesztelését aktív csillagok fénygörbéjére. Kidolgoztunk egy olyan eljárást, amely képes az eredmények statisztikai megbízhatóságát is vizsgálni. Az eljárással létrehozható egy nemlineáris idő-frekvencia átviteli függvény, ami jelzi a mintavételezés és zaj miatt létrejövő hamis komponensek relatív valószínűségét. Az eljárást bemutattuk a napfoltciklus változásának adat-

sorain, és megerősítettük korábbi eredményünket, miszerint a napaktivitás változása egy összetett, többskalájú folyamat (Kolláth, Oláh).

Az LQ Hya H $\alpha$  színeképeit felhasználva részletes vizsgálatot folytattunk, amelynek célja a csillag kromoszférájának feltérképezése volt. Sikertült egyértelmű kapcsolatot találni a korábban Doppler-technikával optikai vonalakból rekonstruált fotoszferikus foltok és az ultraibolya színeképvonalakból kapott kromoszferikus fáklyamezők között (Kővári).

Egy kampány (MUSICOS-1998) adatainak feldolgozásából elkészítettük az EI Eri idősoros Doppler-képeit, melyekből sikerült kimutatni a differenciális rotációt, amely nagyságát tekintve összhangban van az elmélettel (Kővári).

A V405 And vörös törpéből álló kettőscsillagról készült többszín-fotometriai mérések alapján pontosítottuk a rendszer paramétereit és analitikus modellekkel feltérképeztük a felszíni mágneses aktivitás nyomait (Kővári).

Méréseink szerint a TT Ari nyolc évig tartó pozitív superhump, illetve az átmeneti állapota után jelenleg már egyre inkább a negatív superhump állapot jegyeit mutatja. Kváziperiodikus oszcillációk továbbra is jelen vannak, átlagos „periódusuk” 21,6 perc. Ez a mérési eredményünk ellentmond annak a korábbi elméleti várákozásnak, miszerint hosszú időskálán csökkennie kellene az ilyen oszcillációk átlagos periódusának. Összefoglalva: a TT Arietis-re vonatkozó megfigyelési eredmények továbbra is nehezen egyeztethetők össze az elméleti várákozásokkal (Patkós).

## Napaktivitás

A koronakitörések (CME-k) során a táguló mágneses erővonalak talponti pontjai mentén a kiterjedő napkorona és az ennek következtében létrejövő sűrűségcsökkenés a fényesség (emisszivitás) átmeneti csökkenéséhez vezet. Ezek az elsötétült területek 1–3 napon belül újra kifényesednek, amit korábban a CME által nyitottá tett mágneses erővonalak lefűződésével értelmeztek. A Föld, sőt a Jupiter közelében is a bolygóközi térben végzett *in situ* mérésekkel (Ulysses-szonda) elektronáramlást mutattak ki interplanetáris CME-kben, amely a kitörés és a Nap között továbbra is fennálló mágneses kapcsolat bizonyítéka. Az ellentmondás feloldására egy új modellt javasoltunk (esettanulmányokkal támasztván alá javaslatunkat), miszerint a tranziens koronalyukak kifényesedése a nyitott mágneses erővonalak diffúziójának a következménye (Gesztelyi).

A Hinode napfizikai űrszonda EIS spektrométerének megfigyeléseit felhasználva tanulmányoztunk két aktív vidékben a plazmaáramlásokat. Mágneses extrapoláció segítségével kimutattuk, hogy a 2007. február 20-án megfigyelt gyors plazmakiáramlás nagyleptékű mágneses átkötődés

eredményeként jött létre. Rámutattunk, hogy a kiáramló plazmanyaláb a napszél lassú komponensének egyik lehetséges forrása (Gesztelyi).

A 2007-ben publikált, nagy visszhangot keltett új CME modellünk kapcsán kimutattuk, hogy több korábban nem értett jellemző értelmezhetővé válik ezzel a modellel, amely szerint a koronakitörések fejlődésük során az alsó koronában mágnesesen átkötődnek a környezetükben levő mágneses terekkel (Gesztelyi).

A napfoltok eloszlását és a torziós oszcillációt féltekék és ciklusok szerinti bontásban vizsgáltuk és megmutattuk, hogy a napfoltok száma nagyobb a déli féltekén, mint az északon, és az északi félteke aktivitása időben megelőzi a déli félteke aktivitását. A déli félgömb napfolteloszlása körülbelül annyiival szélesebb az északi eloszlásnál, amennyivel a torziós sávok szélessége különbözik a két féltekén (Ludmány, Muraközy).

Megvizsgáltuk az 1993–98 közötti időszakon az irradiancia modelleket azokra a napokra, amikor csak egy (vagy egy domináns méretű) foltcsoport volt a Napon. Azt kaptuk, hogy a különböző típusú foltcsoportok esetén a PSI különböző szorzója ad jó illesztést a mért TSI adatokra. A paraméter függ a foltcsoport kiterjedésétől, fejlődési állapotától, és a reziduálisok bizonyos típusoknál függést mutatnak a centrálmeridiántól mért távolságától (Baranyi, Ludmány).

Megvizsgáltuk a napfoltok területének hosszú távú, szisztematikus változását, a greenwich-i, kiszlovodszki, római, boulderi és debreceni adatok összehasonlításával. Kimutattuk, hogy a különböző adatsorok együttes kezelésekor nem lehet figyelmen kívül hagyni az évtizedes, vagy hosszabb időskálájú változásokat (Baranyi).

Elkészült a DPD 2000–2003-ra és 2007-re, az utóbbi teljes képi adatbázissal. Folytattuk az archívum kiegészítését mágneses egészkorong-észlelésekkel, valamint a napi, fehér fényben készült egészkorong-észlelésekkel az 1986–1988 évekre.

Elkészült továbbá a 2007. évi SDD foltcsoportos bontásban (Baranyi, Győri).

### **Csillagkeletkezés és az intersztelláris anyag fizikája**

A Lynds 1622 molekulafelhő fősorozat előtti csillagainak alaposabb vizsgálata és új információink a kettős és többszörös rendszerekről azt mutatják, hogy a felhő az Orion B távolságában van. A Lynds 1622 az Orion B óriás molekulafelhő irányában látszik, de sebessége mintegy 10 km/s-mal negatívabb. Ezért nem volt egyértelmű, hogy az Orion B-hez tartozik-e, vagy a látóirány mentén sokkal közelebb van hozzánk, az Orion–Eridanus buborék közelebbi határán. Megállapítottuk,

hogy a L1622-ben az Ori OB1B nagy tömegű csillagaiból eredő lökés-hullámok indították el a csillagkeletkezést (Kun).

Az előző években összegyűjtött spektroszkópai és *BVRI* fotometriai adatai alapján a Cepheus-fler különböző csillagképző felhőiben meghatároztuk 78 fősorozat előtti csillag alapvető tulajdonságait, valamint a 2MASS és Spitzer archívum elérhető adatai alapján tömegbefogási korongjaik tulajdonságait (Kun).

A Parsamian 21 nevű fiatal csillagról érveket hoztunk fel az objektum FUor-természete mellett. Megállapítottuk, hogy a csillag nem része fiatal csillagok halmazának, a polarimetriás képeken jól megfigyelhető egy csillagkörüli burok, abban egy nyílás a pólusok irányában, továbbá egy eléről látszó korong. A korong szokatlanul vékony ( $<80$  CsE) és a csillagtól 48–360 CsE távolságig követhető. Összeállítottuk az objektum spektrális energiaeloszlását, amely jól reprodukálható egy korong és egy burok egyszerű modelljével, végül pedig megállapítottuk az objektum helyét a fejlődési sémában, ami alapján a Parsamian 21 közepes korú objektumnak tűnik (Ábrahám, Kóspál).

Az EX Lupi fiatal eruptív csillagon 2008 januárjában az eddig látott legnagyobb kifényesedés történt: optikai fényessége mintegy 100-szorosára emelkedett. A kitörésbeli színkép jelentősen megváltozott a nyugalmihoz képest. A legjelentősebb alakzatok az erős emissziós fémvonalak és a H $\alpha$  vonal. A mintegy 3 hetes megfigyelési időszak során a színkép időben is változott (Ábrahám, Kóspál, Kun).

A kitörésben lévő EX Lupi rendszer részletes tanulmányozására összehangolt megfigyelési kampányt szerveztünk. A Spitzer-űrteleszkóp közép-infravörös színképe kristályos szilikátrészecskék jelenlétére utaló jellegzetességeket mutatott a  $10\ \mu\text{m}$  körüli hullámhosszakon. Tudomásunk szerint ez az első közvetlen megfigyelés kristályok keletkezésére a világűrben. Továbbá megállapítottuk, hogy mivel a forráson 50 évvel korábban már volt egy hasonló erejű kitörés, az akkor minden bizonnyal keletkezett kristályok valamely, egyelőre nem azonosított keveredési mechanizmus során, néhány év vagy évtized alatt eltűntek a korong felszínéről (Ábrahám, Kóspál, Sipos).

Az EX Lupi különleges objektumról az irodalomból összegyűjtöttük az elérhető fotometriai és spektroszkópai méréseket. Elkészítettük spektrális energiaeloszlását az optikai és infravörös hullámhosszakon, majd azt összehasonlítottuk más fiatal csillagokéival, végül modelleztük a RADMC radiatív transzfer kód segítségével. Azt találtuk, hogy az EX Lupi spektrális energiaeloszlása hasonló a normális T Tauri csillagokéhoz, azonban  $7\ \mu\text{m}$  felett körülbelül 2,5-szer fényesebb a Taurus medián spektrális energiaeloszlásánál (Ábrahám, Kóspál, Sipos).

**Egyéb témák, interdiszciplináris kutatások**

*A Naprendszer kis égitestei:* Az ekliptikai üstökösök méretének és albedójának meghatározására a SEPPCoN (Survey of Ensemble Physical Properties of Cometary Nuclei) program során összesen 100 üstökösöt figyeltünk meg. A kumulatív méreteloszlási függvény (CSD) hullámos szerkezetű a nagyobb körülbelül 3–5 km közötti sugaraknál. Az ekliptikai üstökösökre a függvény lefutása a korábbi, elsősorban a HST megfigyeléseken alapuló CSD lefutásokkal jól egyezik (Tóth I.).

Az Oort-felhővel kapcsolatos 8P/Tuttle-üstökös a Hubble-űrtávcső új kamerájával (PC2) 2007. december 10/11-én 12 HST keringésen, és mintegy 28 órán keresztül figyeltük meg. A kapott fénygörbe egy, a legnagyobb főtengelyi tengelye körül forgó, de összetett alakú testre utal, amelynek tengely körüli szinodikus forgási ideje 11,4 óra. A fénygörbe jól modellezhető egy két különböző sugarú (1,2 km és 2,8 km), egymással érintkező gömbből összetett forgó testtel (Tóth I.).

A 73P/Schwassmann–Wachmann 3 szétesett üstökös magjának több mint 60 jegyzékbe vett töredékét sikerült kimutatni. A B és G komponensek 2006-ban a HST ACS/WFC-vel végzett megfigyeléseinek előzetes eredményeit közzétettük (Tóth I.)

Az ESA Rosetta-űrszondája először a főövbeli (2867) Steins kisbolygót fogja megközelíteni. Az űrszonda útjának előkészítésére további vizsgálatokat végeztünk. A meglévő fotometriai adatainkat kibővítettük a Steins kisbolygóról rendelkezésre álló fénygörbékkel, amelyek alapján a forgási periódust pontosítottuk, illetve a forgástengely térbeli irányát is megbecsültük (Tóth I.).

Piszkéstetőn az 1 méteres RCC teleszkóppal többszín-fotometriai megfigyelést készítettünk 2008-ban több éjszakán keresztül a (10258) 1940 AB jelű főövbeli kisbolygóról, arról a nevezetes objektumról, amelyet Kulin György a budapest-svábhegyi csillagvizsgálóban fedezett fel, és ami akkor üstökösnek látszott. A 2008-as piszkéstetői megfigyelések kiértékelésének előzetes eredményei nem mutatják az 1940 AB üstökös-aktivitását (Tóth I.).

*Naprendszer bolygói:* Megkezdjük a Mars déli sarkvidékén felfedezett, téli-tavaszi sötét dűnefoltokból (DDS) kiinduló, a rézsűkön megjelenő lefolyásos képződmények (DDS-seepage) azonosítását a Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) felvételein is. A Mars Express és Mars Global Surveyor (MGS) képeinél lényegesen nagyobb részletességgel körülbelül 30 cm-es felbontással vizsgálhattuk a jelenséget. Három déli poláris kráterben a jelenség lefolyásának időbeli fázisait is sikerült felfedezni. Az új, 2008-as MRO felvételek tanulmányozásával a lefolyási jelenséget a bolygó északi sarkvidéki területein, a helyi tavasz idején szintén sikerült megfigyelni (Horváth A.).



*Exobolygók:* A beszámolási időszakban felfedezett exobolygók: A HAT-P-6b egy „tipikus” forró Jupiter  $1,06 M_J$  tömeggel és  $1,33 R_J$  sugárral. Ez utóbbi az elméletileg számoltaknál valamivel nagyobb, de az eltérés nem jelentős. A bolygó periódusa 3,85 nap, a központi csillag pedig a főszorozattól kissé elfejlődött F törpe. A HAT-P-7b rendszerében a központi csillag viszonylag fémgazdag és magas hőmérsékletű F törpe, amely a főszorozattól kissé elfejlődött. A bolygó igen közel kering a csillaghoz és emiatt természetesen a periódus is rövid ( $P = 2,205$  nap). A bolygó tömege nagyobb, mint a Jupiteré (Kovács).

*Gammakitörések:* A többváltozós matematikai statisztika kanonikus korreláció-analízisének segítségével megvizsgáltuk, hogy van-e kapcsolat a Swift mesterséges hold által észlelt gammakitörések gamma-, illetve röntgentartományban mért fizikai jellemzői között. A kapott eredmény alapján úgy tűnik, hogy szoros kapcsolat van a gamma- és röntgentulajdonságok között. Meglepő eredmény, hogy a röntgenszínképből kapható neutrális hidrogén (HI) látóirányba eső oszlopsűrűsége függ a gammatartományban mért intenzitástól (Balázs).

Megmutattuk, hogy a korábban a BATSE műszerrel mért gammakitörések időtartamainak eloszlásához hasonlóan a Swift mesterséges hold méréseiben is jelen van a rövid és hosszú időtartamú kitörések mellett egy harmadik, közepes időtartamú csoport, amelynek gammatartományban mért színképe lágyabb az előző kettőénél (Balázs).

Elvégeztük a Palomar P60 automata távcsővel 2007 folyamán mért (gammakitörésekhez kapcsolódó) optikai tranziensek többszín-fotometriai elemzését (Kelemen).

*Csillagásztörténet:* A British Library-ban összegyűjtött anyagok segítségével tisztáztuk a „Nagy Holdátverés” (The Great Moon Hoax) részleteit, magyarországi fogadtatását, illetve hatását (Zsoldos).

## Hazai és nemzetközi kapcsolatok

### Hazai kapcsolatok

Együttműködtünk a soproni GGKI-vel (felsőlégköri kutatások, planetológia); az ELTE Gyógypedagógiai Főiskolai Karával (hallásvizsgálat); a Budapesti Műszaki Főiskolával (a fényszennyezés műszaki vonatkozásai); a Zselici Tájvédelmi Körzettel (fényszennyezés vizsgálata); valamint az MTA SZTAKI Analogikai és Neurális Számítások Laboratóriumával (új hullámfront-érzékelő fejlesztése).

A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban előadások, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. Kutatóink az alábbi előadásokat, illetve gyakorlatokat tartották:

ELTE-n: (előadás) Szeminárium a csillagközi anyag és a csillagkeletkezés témaköréből I–II, Akkréciós folyamatok csillagkörüli korongokban I, Asztrofizika, Csillagászat és kultúra, Csillagok világa, A csillagkeletkezés alapjai, Obszervációs csillagászat, Csillagászat (a fizikatanár továbbképzőn), Csillagaktivitás – aktív csillagok I–II, Asztrofizikai megfigyelési módszerek, Asztrostatisztika I–II, Csillagrendszerek dinamikája I–II, Planetológia I–II, Mars-kutatás, Új eredmények az asztroszeizmológiában (gyakorlat), Mérési gyakorlat (IV. éves fizikus számára).

DTE-n: (előadás) Bevezetés az úrfizikába, A Nap és a csillagok fizikája.

SZTE-n: (előadás) Űrcsillagászat.

BME-n: Mérnöktoábbképzés – fényszennyezéssel kapcsolatos egyedi előadások

### Nemzetközi kapcsolatok

Együttműködés a Nemzetközi Csillagászati Unióval (IBVS szerkesztés, IAU Comm. 27., Comm. 42 és Div. V. webszolgáltatások karbantartása). Részvétel nemzetközi szakbizottságokban (ASTRONET, SCOSTEP, SEAC). Együttműködés az amerikai Spitzer infravörös mesterséges holdra és az európai VLT teleszkópra benyújtandó pályázatok közös kidolgozásáról (MPIA Heidelberg, STScI Baltimore, Steward Observatory Arizona). Részvétel az ESA Herschel-űrtávcső előkészítő munkálataiban, hivatalos tagság a PACS Instrument Control Centre-ben (ESA/PECS által támogatott projekt). Részvétel a CoRoT mesterséges hold munkálataiban és az Additional Programban (ESA/PECS által támogatott projekt). Tagság a GAIA asztrometriai űrmisszió változócsillag munkacsoportjában; folyamatos részvétel a Nemzetközi Asztro-nautikai Akadémia munkájában. Részvétel a Kepler-űrtávcső Kepler Astro-seismic Science Consortiumában. Szoros együttműködés a Harvard Smithsonian Center for Astrophysics intézettel (HATNet adatanalízis). Közös munka a Wise Observatory-val, Izrael (Wise Hungarian-made Automated Telescope).

A DPD katalógushoz nemzetközi együttműködések keretébenkapunk észleléseket a következő obszervatóriumokból: Kiszlovodszk (Oroszország), Kanzelhöhe (Ausztria), Mount Wilson (USA), Abaszturni (Grúzia), Ebro (Spanyolország), Heluán (Egyiptom), Kijev, Lvov (Ukrajna), Kodaikanal (India), Ondřejov, Vassilicke Mezirici (Csehország) és Taskent (Üzbegisztán). Projektvezetés a Production and Cross-calibration of Space-borne SunspotData ESA/PECS projektben (együttműködés a stanfordi SOHO/MDI kutatócsoporttal a közös katalógus készítése céljából). Részvétel az

ESO VLTI új generációs közép-infravörös interferométerének fejlesztésében (EU FP6 OPTICON/JRA4 által támogatott projekt). Tagság az OPTICON European Interferometry Initiative tudományos szervezőbizottságában. Munkakapcsolat az AIP Potsdammal; francia-magyar együttműködés a Naprendszer kutatására az MTA-CNRS egyezmény keretében. Japán-magyar együttműködés a csillagközi anyag kutatására (Nagoya Egyetem). Munkacsoport vezetése az EU FP7 SOTERIA (Solar Terrestrial Investigations and Archives, 11 európai ország 16 kutatóintézete) projektben. Együttműködés a Bolgár Akadémiával, a Virtual Observatory fejlesztésében; részvétel az Euro-VO Data Centre Alliance-ban. A 24"-es távcsőhöz kiegészítő méréseket kapunk (Michigan State University, AAVSO, ESO). Munkakapcsolat a Penn State University-vel gammakitörések vizsgálatára.

Részvétel a Herschel-űrtávcső „TNOs are cool: A Survey of the Transneptunian Region” című Open Time Key Programja köré szerveződött konzorciumban.

Részvétel a CASSINI (Cepheid Atmospheres and Structures by Spectroscopy Interferometry and Numerical Investigation) projektben. Részvétel az EAST (European Association for Solar Telescopes) konzorcium munkájában. Rendszeres megfigyelések a Teide Observatóriumban az EU FP6 Opticon programja támogatásával. A Csillagászat 2009 (A csillagászat nemzetközi éve) magyarországi node-ja, valamint részvétel nemzetközi szakbizottságban (Dark Skies Awareness). Szoros együttműködés és megfigyelések a Whole Earth Telescope (WET) hálózat számára. Együttműködés a Delaware Asteroseismic Research Centerrel. Együttműködés a Saclay Asztrofizikai Intézettel (Franciaország) közös távcsőidő-igénylés kidolgozására a Herschel-űrtávcsőre; valamint EU FP7 pályázat kriogenikus elektronikai alkatrészek közös kifejlesztésére ESA mesterséges holdak számára. Együttműködés az egyiptomi Helwan Observatóriummal „A foltmentes napok mint a következő ciklus indikátorai” témában.

## Fontosabb nemzetközi pályázatok

Az ESA-val történt szerződés alapján 2008-ban három PECS pályázat futott az intézetben. Ezek közül kettő (COROT, Herschel) újonnan létrehozandó űreszközök előkészítésében, illetve programjának a lebonyolításában teszi lehetővé részvételüket. A harmadik pályázat keretében egy ESA adatbázis (SOHO/MIDI), illetve földi bázisú megfigyelések egybevetése a feladat. Mindhárom pályázat fontos kapcsolódást jelent élvonalbeli európai projektekhez.

Az EU FP7 keretében kezdődött 2008 végén a SOTERIA program, amelyben az egyik munkacsoportot a debreceni obszervatórium vezetője irányítja. A program a Nap–Föld kapcsolatok vizsgálatát tűzte ki célul. A SOTERIA-ban való részvétel komoly lehetőség arra, hogy a Napfizikai Obszervatóriumban folyó munka ez eddigieknél is jobban betagozódjon az európai napfizikai kutatásokba. Az érdemi munka 2009-ben indul el.

Az EU 6-os keretprogramjában az OPTICON projekt keretében veszünk részt. Ennek során bekapcsolódtunk az ESO négy 8 m-es távcsövéből álló interferometriai rendszere (VLTI) számára fejlesztett második generációs optikai képpalkotó eszköz, a MATISSE fejlesztésébe.

## Műszaki fejlesztés, számítástechnika

A Schmidt-távcső kupolájában kiépítettük a számítógépes kupolaforgatást, amit a távcsőmozgató programba is beillesztettünk. Mivel a mozgás és a fókusz számítógépes vezérlését korábban már megoldottuk, a távcsővel úgy is lehet észlelni, hogy akár egész éjjel ki sem mozdulunk a számítógépszobából. Az 1 m-es RCC távcsőhöz befejeztük az OTKA pályázat keretében készülő kifelbontású spektrográf optikai, mechanikai és elektronikai terveit. Az összes kereskedelembe kapható alkatrészt beszereztük, a speciális nyomtatott áramköri lapokat és a mechanikai alkatrészeket kiadtuk gyártásra.

A Keszthelyen rendezett VLTI nyári iskola után intézetünkbe került egy CORAID tárolóegység, egy gigabites kapcsolóegység és egy vezeték nélküli hálózati csatlakozási pont – ez utóbbiak Cisco gyártmányúak, és a cég segítségével tette lehetővé beszerzésüket. Rendkívüli akadémiai támogatásból és a felújítási keret átcsoportosításával beszereztünk egy Sun SPARC Enterprise T5120 számítógépet.

## Személyi állomány

A beszámolási időszakban intézetünk személyi állományában a következő változások történtek. Állományba került: Balogh Lászlóné (Debrecen), Molnár László, Moór Attila, Pető Tamás, Rostás Sándor, Tímárné Deibler Ilona, Turtóczky Tímea, Zink Ferencné (Budapest). Intézetünkől távozott: Csizmadia Ákos, Farkas Zoltánné, Kóspál Ágnes, Lukács Katalin, Pető Tamás, Ribárik Orsolya (Budapest), Kiss Marica (Debrecen).

# **ÉRDI BÁLINT**

## **Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2008-ban**

### **Személyi állomány**

A tanszék vezetését továbbra is Érdi Bálint egyetemi tanár látja el. Munkatársak: Petrovay Kristóf egyetemi docens, Forgácsné Dajka Emese egyetemi adjunktus, Szécsényi-Nagy Gábor egyetemi adjunktus, Tóth L. Viktor egyetemi adjunktus. Posztdoktori (Schrödinger) ösztöndíjas: Richard Schwarz. Doktorandusz hallgatók: Klagyivik Péter, Marschalkó Gábor, Hurta Zsombor, Vida Krisztián, Jorge Fuentes-Fernandez, Marton Gábor, Plachy Emese. Korábbi doktoranduszaink közül Hetesi Zsolt és Kiss Zoltán megvédte PhD értekezését. A Solaire európai uniós projekt keretében 2008 decemberétől újabb munkatárssal gyarapodtunk: Tian Chun Lin kínai asztrofizikus tudományos munkatársként dolgozik tanszékünkön. Szakterülete a csillagokban zajló konvekció numerikus szimulációja; itteni munkájának célja a Napban zajló konvekció és a felszálló mágneses fluxuscsövek kölcsönhatásának vizsgálata.

### **Oktatás**

Az első három évfolyamon a BSc rendszer szerint folyt az oktatás, csillagászatot a csillagász szakirány keretében lehetett tanulni. Negyedévtől még a korábbi rendszer volt érvényben. A Csillagász TDK vezetését Tóth L. Viktor látta el. A kari diákköri konferenciára hallgatóink 9 dolgozatot készítettek. A beszámolási időszakban Kerekes Gyöngyi, Lőrincz Henrik, Marton Gábor, Molnár László, Plachy Emese hallgatók tettek csillagászatból záróvizsgát.

### **Kutatás**

#### **Magneto-hidrodinamika**

A Nap aktív vidékeinek helicitásával kapcsolatos korábbi munkánkkal (l. 2005. évi jelentés) összefüggésben felmerült az a kérdés, hogy egy a

konvektív zónán át felszálló mágneses fluxuscső esetében a kétszeres átkötődés esetleg meggátolja, hogy a cső számottevő poloidális fluxust gyűjtsön össze. Egy idevágó numerikus kísérlet ugyanis azt mutatta, hogy az ilyen kétszeres rekonnexió révén a fluxuscsövek egyszerűen „keresztezhetik” egymást. A problémát megvizsgálva megmutattuk, hogy a jelenség csak a számolásban használt irreális kezdeti feltételek mellett következhet be, reális kezdeti feltételek mellett nem (Petrovay).

A csillagközi molekulákra a csillagok ultraibolya sugárzása romboló hatással van, ezért a molekulafelhők sűrű, a káros sugárzástól leárnyékolt belseje és a sugárzásnak kitett széle között jelentős kémiai különbség van. Az egyes molekulák gyakorisági eloszlását a képződés/bomlás dinamikus egyensúlya mellett számottevően befolyásolja a felhő egyes részei közötti turbulens keveredés mértéke is. A molekulafelhőkben azonban a turbulencia integrális léptéke nagyobb a rendszer méreténél, ezért a turbulens diffúzió nem írható le egyetlen skalár diffúziós együtthatóval, ahogyan az a korábbi modellekben történt. Az erre az úgynevezett szuperdiffúziós folyamatra vonatkozó korábbi vizsgálatainkat most továbbfejlesztettük. Modellünkben a diffúziós egyenlet megoldásához szükséges Hankel-transzformációt numerikusan számítjuk ki, így a probléma egy vizsgált molekula diffúzió nélküli eloszlásának tetszőleges alakjára megoldható. A kód egzakttá változtatában mindazonáltal a felhő fő alkotóelemének (a hidrogénnek) a sűrűségeloszlása nem realizitkus (konstans). Ezért a problémát megoldottuk valódi sűrűségeloszlású felhőre is, hagyományos diffúzió mellett, majd a kétféle megoldást kombinálva jutottunk el a szuperdiffúzív, inhomogén felhőbeli úgynevezett tracereloszlások vélhetőleg leginkább helyes modelljéhez (Marschalkó, Forgács-Dajka, Petrovay).

### **Égi mechanika**

Tovább folytattuk a trianguláris Lagrange-pontok körüli stabil tartomány méreteloszlása és a librációs mozgás frekvenciái közti rezonanciák kapcsolatának vizsgálatát az elliptikus korlátozott háromtest-problémában. Korábbi eredményeink szerint a stabil tartomány méreteloszlásának minimumhelyei a tömegparaméter-excentricitás síkon a librációs mozgás frekvenciái közti rezonanciáknál találhatók. Meghatároztuk a rezonanciák lehetséges típusait és a frekvenciák változását a rezonanciák mentén a tömegparaméter és az excentricitás függvényében. A numerikusan meghatározott rezonáns megoldásokat negyedrendű analitikus megoldásokkal közelítettük. Vizsgáltuk a rezonanciák erősségét, és meghatároztuk, hogy adott rezonancia mentén a tömegparaméter változásával a stabil librációs tartomány mérete hogyan változik, továbbá meghatároztuk a re-

zonanciák egymáshoz viszonyított erősségét. Az eredmények a trójai típusú exobolygók kutatásában lehetnek hasznosak. Bizonyos tömegparaméter és excentricitás kombinációk ugyanis rezonanciákra vezetnek, ahol a Lagrange-pontok körüli stabil tartomány mérete minimális, az adott paraméterekkel jellemezhető exobolygó-rendszerekben így kis eséllyel fordulhatnak elő trójai exobolygók. Például ha egy naptömegű csillag körül egy olyan bolygó kering, melynek tömege a Jupiter tömegének 4-, 6-, vagy 9-szerese, nem várható, hogy az óriásbolygónak trójai kísérője legyen. Legkedvezőtlenebb a helyzet, ha az óriásbolygó 15 Jupiter-tömegű (Érdi, Forgács-Dajka, Nagy I., Rajnai).

### **Galaktikus és extragalaktikus csillagászat**

2008-tól részt veszünk a Herschel-űrtávcső „Galactic cold cores key project” programjában. Földi kiegészítő mérések koordinálásával, a sokdimenziós adatbázis létrehozásával és elemzésével, valamint a végső katalógus megalkotásával foglalkozunk. Szerződésünk szerint 2 doktori hallgatót is delegálhatunk a különben zárt kutatócsoportba. A projektbe 2008 szeptemberétől bekapcsolódott Marton Gábor doktori hallgató rövid tanulmányúton járt a Helsinki Egyetemen. Ott az elemzésekhez majdan használandó modellező szoftver használatát sajátította el, majd azt idehaza telepítette. Előkészítő spektroszkópiai méréseket is végeztünk ismert csillagközi felhőmagok irányában (a Taurus, Cepheus és a Cygnus területén) az effelsbergi 100 méteres rádiótávcsővel az ammónia forgási-inverziós vonalain. További előkészítő méréseket kezdtünk meg a Kölni Egyetem Fizikai Intézetének kutatóival a CO molekula izotopomereinek forgási átmenetein (KOSMA 3 m-es rádiótávcső, Gornergrat) (Tóth L. V., Marton G.)

A japán AKARI infravörös űrtávcső méréseire támaszkodó nemzetközi tudományos projektünkben részt vevő hallgatók dolgozataikkal a 2008-as kari TDK konferencián egy első és egy második díjat szereztek, valamint kapcsolódó szakdolgozati témájában Nagy Zsófia 5. éves hallgatónk tudományos előadást tartott a Bonni Egyetemen infravörös és HI mérések eredményeiről.

Flercsilagok CCD-kamerával történő fotometriai észleléseihez néhány fokos látómezejű CCD-kamerára van szükség. Jelen állapotukban erre sem a mátrai, sem a tanszéki távcsövek nem alkalmasak. Szécsényi-Nagy Gábor ezért 2008 nyarán számos próbafelvételt készített a Piskéstetői Observatóriumból néhány fényerős fotografikus teleobjektívvel abból a célból, hogy meghatározza ezek asztrofotográfiai sajátosságait. A kidolgozott negatívokat digitalizálta, és egy hallgató megkezdte azok egy részé-

nek kiértékelését. A terv az, hogy amennyiben találunk az optikák között megfelelő minőségűt, úgy azt nagy látómezejű kameraként a meglévő SBIG STL 11 000 típusú CCD-kameránkhoz fogjuk illeszteni.

### **Kis égitestek**

A fent említett rendszer lehetővé tenné üstökösök csóvájának vizsgálatát is. A mátrai Schmidt-kamera üzemmód-változtatása óta ilyen kutatásokra semmilyen professzionális műszerrel nem rendelkezünk. (A Pencen leszerelt kisebb Schmidt-kamera sem működőképes egyelőre.) Szegedi kollégákkal együttműködésben kiértékeljük egy több darabra bomlott üstökösről korábban készült felvételeinket (Szécsényi-Nagy G.).



# **SZATMÁRY KÁROLY**

## **A Szegedi Csillagvizsgáló tevékenysége 2007–2008-ban**

A Szegedi Tudományegyetem csillagász, illetve gravitációelméleti csoportjának munkatársai: dr. Szatmáry Károly habil. egyetemi docens, dr. Vinkó József egyetemi docens, dr. Gergely Árpád László Bolyai-ösztöndíjas habil. tudományos főmunkatárs, dr. Szabó M. Gyula Magyar- majd Bolyai-ösztöndíjas tanársegéd, Keresztes Zoltán, Székely Péter és Sziládi Katalin tudományos segédmunkatársak, Horváth Zsolt, Jurkovic Mónika, Mikóczi Balázs, Simon Attila, Szalai Tamás, Takáts Katalin doktori (PhD) ösztöndíjasok, Dwornik Marek, Ordasi András, Szakáts Róbert, Szűcs László csillagász hallgatók, demonstrátorok. Dr. Kiss László és Derekas Alíz Ausztráliában, dr. Kovács Zoltán az Institut für Radioastronomie-ben Bonnban, majd a University of Hong Kongon, Fűrész Gábor és Mészáros Szabolcs az USA-ban a Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics-ben, dr. Balog Zoltán a Steward Observatóriumban Arizonában dolgozik. 2008 őszétől Mikóczi Balázs a budapesti RMKI-ban, Csák Balázs Heidelbergben dolgozik. Dr. Vinkó József 1 éves tanulmányút keretében a University of Texas Austin Csillagászat Tanszékén volt. Dr. Gergely Árpád László meghívott előadó a South Bank University-n Londonban, valamint 2008-ban habilitált fizikából az SZTE-n. Kiss László 2007-ben megszerezte az MTA doktora címet. Fűrész Gábor 2008-ban PhD fokozatot szerzett az SZTE-n.

### **Tudományos eredmények**

Fő kutatási területünk a pulzáló és fedési változócsillagok, valamint a szupernóvák vizsgálata maradt, de jelentős eredményeket értünk el a csillaghalmazok, a csillagkeletkezés, az üstökösök és a kisbolygók kutatása területén is. Új színfoltja lett vizsgálatainknak a fedési exobolygók, illetve az esetleges exoholdak kimutatása fotometriai és radiális sebességadatokból. Kutatásaink elsősorban a megfigyelő csillagászat eszközeivel

történetek, melyekhez fotometriai, spektroszkópiai és asztrometriai méréseket végeztünk Magyarországon (Szeged, MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete Piskéstetői Obszervatórium) és Ausztráliában (Siding Spring Observatory).

Elméleti kutatásaink során eredményeket értünk el a kozmológiában, a gravitációs kollapszus, a kompakt kettőscsillagok relativisztikus dinamikájának és gravitációs sugárzásának vizsgálatában, valamint a gravitáció hamiltoni szerkezetének feltérképezésében és a magasabb dimenziós gravitációelméletek területén.

2007–2008-ban 56 angol nyelvű publikációink jelent meg. Nemzetközi referált folyóiratban 40, konferencia-kiadványban 13, egyéb nemzetközi kiadványban (IBVS) 3. Magyarul számos cikket közöltünk a csillagászati évkönyvben, a Meteorban és más folyóiratokban. A cikkek listája valamint a kutatási és oktatási tevékenységünk részletei megtalálhatók honlapunkon (<http://astro.u-szeged.hu>).



*A csillagvizsgáló nemrégiben átalakított 40 cm-es távcsöve*

### **Változócsillagok, csillaghalmazok**

A 3,9 m-es Angol-Ausztrál Teleszkóp AAOmega multiobjektum-spektrográfiával végzett mérések alapján tisztáztuk az M46 nyílthalmaz és az irányában látszó NGC 2438 planetáris köd fizikai összetartozásával kapcsolatos szakirodalmi ellentmondásokat. A planetáris köd és halmaz több mint 500 csillagának radiális sebességei 30 km/s különbséget mutatnak, amit csak asztrofizikailag irreális kidobódási folyamatokkal lehetne magyarázni. Így a két égitest, habár távolságuk hasonló, egymástól teljesen függetlenek, azaz az NGC 2438 pontos fizikai modellezéséhez nem tekinthető fel az M46 izokron-illesztéséből származó kor.

Elkezdtek a déli gömbhalmazok multiobjektum-spektroszkópiás felmérését, aminek célja egyedi csillagok sebességeinek és kémiai összetételének meghatározása. A beszámolási időszakban öt halmazról végeztünk méréseket az AAOmega spektrográffal, összesen 20 ezer egyedi csillagról

vettünk fel adatokat. Több esetben kimutattuk a halmaz globális forgását, valamint többszörös csillagpopulációk léteire utaló jeleket is találtunk. A projekt céljai között szerepel a módosított newtoni dinamika (MOND) elméletének tesztelése is, amihez további méréseket végeztünk 2008-ban és 2009-ben.

Az XZ Ceti anomális cefeidáról összegyűjtöttük az összes elérhető fotometriai adatot a 19. század végétől 2006-ig bezárólag, amihez újra ki-mértünk körülbelül 3000 fotólemezt a Harvard College Observatory lemezarchívumából, illetve CCD fotometriai méréseket végeztünk Auszt-ráliából. A csillag pulzációs periódusa több időskálán is változóknak adó-dott, ami fontos információ a Hertzsprung–Russell-diagram speciális pozíciójában található anomális cefeidák rezgéseivel kapcsolatban. El-képzelhető a csillag rejtett kettőssége is. Típusának legfényesebb képvis-előjeként az extrém fémszegény cefeidák jobb megértéséhez kulcsfontos-ságú objektum lehet.

Részt vettünk az SN 2004eo Ia típusú szupernóva CCD fotometriai és spektroszkópiai méréseiben. Az NGC 6928 galaxisban feltűnt égítést abszolut fényessége az Ia típusú robbanások átlagához közel esik, ugyanak-kor a fénygörbe modellezése alapján meglepően kevés 56-os nikkel izotóp termelődött, ami arra utalhat, hogy a kozmológiai távolságlétrán fontos szerepet játszó Ia szupernóva-robbanások tulajdonságai az abszolút fé-nyességek nagymértékű hasonlósága ellenére is elég széles paramétertér-ben szórnak. Az eredmények óvatosságra intenek az Ia szupernóvák tá-volságmérésben történő automatikus alkalmazásával kapcsolatban.

Tovább folytattuk a SN 2004dj szupernóva tanulmányozását, földfel-színi és űrtávcsöves észlelések felhasználásával. Ez a szupernóva az NGC 2403 extragalaxis egyik fiatal, kompakt csillaghalmazában, a Sandage-96-ban robbant fel. A halmaz életkorának meghatározásával ritka lehetőség nyílt a szupernóvát szülő csillag tömegének kiszámítására. A Swift-űrtáv-csővel végzett ultraibolya méréseinkből, valamint optikai és infravörös adatokból összeállítottuk a halmaz spektrális energia-eloszlását. A Hubble-űrtávcső archívumából származó felvételeken csillagokat azonosít-tottunk a halmazban és megszerkesztettük a halmaz szín-fényesség diag-ramját. A halmaz életkorát ezeknek az adatoknak az elméleti modellekkel való összehasonlításából határoztuk meg. Eredményeink szerint a San-dage-96 legalább két különböző csillagpopulációt tartalmaz: egy 10–16 millió éves fiatalabb és egy 32–100 millió év közti idősebb populációt. Ebből sajnos nem lehet egyértelműen megállapítani a szupernóva töme-gét, de ha feltesszük, hogy a fiatalabb populációhoz tartozott, akkor töme-gé 12–20 naptömeg közé eshetett.

Az M15 jelű gömbhalmazban 110 vörös óriáscsillagról végeztünk megfigyeléseket a 6,5 méteres arizonai MMT távcső Hectochelle multiobjektum-spektrográfiájával. Nagyjából 250 napluminozitás felett  $H\alpha$  emissziót találtunk a csillagok színeképében, mely erős kromoszférikus aktivitásra utal. A  $H\alpha$  vonal tanulmányozása során azt találtuk, hogy a kromoszféra külső tartománya 2–8 km/s sebességgel távolul. Ez a sebesség az AGB csillagok esetében a 10–15 km/s értéket is elérheti, ami jelentős anyagvesztést okozhat a légkör felsőbb részeiben. A Spitzer-űrtávcsővel felfedezett, porburokba ágyazott csillagok esetében a  $H\alpha$  vonal nem utal nagy kiáramlási sebességre, vagyis nagy tömegvesztésre, melyből arra következtettünk, hogy a porképződés időszakos.

Feldolgoztuk az NGC 2244 nyílt-halmazról a Spitzer-űrtávcső IRAC és MIPS kameráival készült felvéte-

leket és kimutattuk, hogy a forró, nagy tömegű csillagok csak a közvetlen környezetükben vannak hatással a közelükben lévő kisebb tömegű csillagok korongjaira. A SAO és a University of Arizona kutatóival együttműködve elvégeztük a  $\chi$  és  $h$  Persei ikerhalmaz széleskörű fotometriai és spektroszkópiai vizsgálatát. Kimutattuk, hogy a csillagok körüli anyagkorongok a csillagoktól indulva belülről kifelé tűnnek el. Találtunk több olyan csillagot is, amelyeknek infravörös excesszusa jól modellezhető Föld típusú bolygók keletkezésének melléktermékeként létrejövő törmelékcorongok spektrális energia-eloszlásával. Szintén felfedeztünk 25 halmozatot, melyeknél még folyamatban van az akkréció, ami arra utal, hogy egyes csillagoknál a körülöttük lévő gáz még 10–15 millió év után sem tűnik el teljesen. Kimutattuk azt is, hogy a törmelékcorongok gyakorisága növekszik 5 és 10 millió év között, maximális körülbelül 10–15 millió év között, majd folyamatosan csökken. Részt vettünk az AA Tau



*A C/2007 W1 (Boattini)-üstökös 2008. augusztus 7-én. A 20 perces CCD-felvételt Csák Balázs és Sánta Gábor készítette a Szegedi Csillagvizsgáló 40 cm-es főműszerével.*

nevű T Tauri típusú csillag hosszú távú fotometriai és spektroszkópiai észlelésében. Sikerült kimutatnunk a térbeli kapcsolatot az akkréciós korong belső szélé, a mágneses erővonalak mentén a csillagra omló anyag, illetve a csillag felületén keletkezett akkréciós lökéshullám között. Tovább folytattuk az NGC 2244, NGC 2264 és IC 1396 nyílthalmazokban felfedezett üstökösszerű struktúrák vizsgálatát. HST/NICMOS és Spitzer IRS mérések segítségével megmutattuk, hogy ezek a szerkezetek szinte teljesen porból állnak. Ezzel bizonyítottuk azt az elméleti feltételezést, hogy a fotoevaporáció során a csillag körüli anyagkorong külső részében ( $r > 10$  CsE) lévő gáz viszonylag gyorsan eltűnik.

Kutatásainkat az OTKA T042509 pályázat támogatta.

### Kis égitestek vizsgálata

Kidolgoztunk egy újszerű módszert, amelynek segítségével 11 735 kisbolygót vizsgáltak a Sloan Digitális Égboltfelmérésben. A rendkívül szórványos mintavételezésű adatok értelmezése teljesen más módszert kíván, mint a hagyományos fénygörbe-analízis. Ebben az esetben az egyedi kisbolygók alakja nem is számolható ki közvetlenül, viszont statisztikusan megbecsülhető egy család tagjainak elnyúltsága a több alkalommal megmért fényességek átlagos változásából. A fiatal családokban inkább elnyúltabb, az idősebb családokban a gömb alakhoz közelebb álló égitesteket találunk. Megfigyelésünk szerint a kis becsapódások lassú, de hatékony munkával, mintegy 2–3 milliárd év leforgása alatt „legömbölyítik” a kisbolygókat.

Megfigyeltük a Hale–Bopp-üstököst, amely még 25,7 CsE naptávolságban is aktív volt. Az eddigi rekorder az C/1987 H1 (Shoemaker)-üstökös volt, amely 18 CsE távolságig mutatott kómát, de később gyorsan elhalványodott – ezt a Hale–Bopp legalább 10 CsE-gel felülmúlja, és úgy tűnik, egyelőre nem készül gyors elhalványodásra. Korábbi modellszámításokkal összeillőnek találtuk azt a feltételezést, hogy a Hale–Bopp esetében jégge fagyott szén-monoxid szublimál, ami az üstökös poranyagát is magával ragadja.

Befejeztük a Jupiter trójai kisbolygóinak vizsgálatát. Az adatok statisztikájából kiderült, hogy a Jupiter trójai kisbolygócsaládja nagyságrendileg ugyanannyi (mintegy egymillió) 1 km-nél nagyobb kisbolygót tartalmaz, mint ahány ilyen égitest a kisbolygók főövében (harminc népes családjában és a szórt populációban összesen) van. 1187 kisbolygót égboltfelmérési technikával megfigyelve kimutattuk, hogy a vezető, L4 csoportban egyértelműen több, mintegy 1,6-szer annyi kisbolygót találunk, mint a követő L5 csoportban. Az ELTE munkatársainak modelljével összevetve valószínűnek tűnik, hogy a Naprendszer történetének folyamán valamely

hatás, például a Szaturnusz pályájának változása az égitestek nagyobb hányadát szórta ki az L5 csoportból.

Kidolgoztuk az exobolygók holdjainak fotometriai hatását leíró formalizmust. Kimutattuk, hogy a hold sugarát, tömegét és sűrűségét is meg lehet határozni a fedések O-C diagramjának analiziséből, és erre akkor is van lehetőség, ha a hold hatása nem különíthető el a bolygó átvonulásától és a zajtól. Elkezdjük az exobolygók holdjainak Rossiter–McLaughlin-effektusát modellezni, és számos rendszert mutattunk be az European Extreme Large Telescope konferencián, amelyekben egy hold fontosabb adatai meghatározhatók. A mérés megkívánt pontossága 1–10 cm/s a radiális sebességben, amely kicsinek tűnik ugyan, de már csak egy nagyságrendre van a jelenleg elérhető legjobb pontosságtól.

### Gravitációelmélet

Asztrofizikai és kozmológiai folyamatokat és modelleket vizsgáltunk görbült téridőben, mind az általános relativitáselmélet, mind a hierarchia problémát (miért olyan gyenge a gravitáció a többi kölcsönhatáshoz képest) feloldani képes ötdimenziós (5d) brán-elméletek keretein belül.

Vizsgáltuk a sztatikus féreglyukak körül kialakuló, vékony akkréciós korongok elektromágneses jellemzőit. Megmutattuk, hogy a korong fizikai tulajdonságai (a sugárzás radiális profilja és annak színképe) a Schwarzschild-féle fekete lyukak és a féreglyukak esetében eltérnek. Az analízist kiterjesztettük forgó esetre is, összehasonlítottuk a Kerr-féle fekete lyuk és a forgó féreglyuk körül létrejött akkréciós korong jellemzőit, melyeket a két esetben szintén különbözőnek találtunk.

Ideális folyadékkal modellezett gömb gravitációs kollapszusát vizsgáltuk. Az általános relativitáselméletből ismert Oppenheimer–Snyder (por) kollapszustól eltérően, a bránon összehúzódó csillaganyagban növekvő negatív nyomás (feszültség) keletkezik, amely az összehúzódás végső szakaszában a sötét energia feltételt teljesíti. Asztrofizikai fekete lyukak esetén ez mindjárt a horizont alatt bekövetkezik, galaktikus fekete lyukak esetén mélyen a horizont alatt.

A galaxisoknál nagyobb távolságskálakon a gravitációs dinamika sötét energia jelenlétét követeli meg. Az egyik lehetséges modell a sötét energiára a Chaplygin-gáz (olyan energiaforma, amely nagy energiasűrűség-nél sugárzásként viselkedik, kis energiasűrűségnél negatív nyomást ad, akár a kozmológiai állandó). Viszkózus disszipatív Chaplygin-gáz által létrehozott homogén és izotrop kozmológiai modellt vizsgálva megmutattuk, hogy az Univerzum skálafaktorának és a gáz energiasűrűségének viselkedése jól visszaadja a megfigyeléseket. Az Ia típusú szupernóvák

adataival való összevetés megadta a modell megfigyelésekkel összeegyeztethető paraméter-tartományait is.

Kozmológiai állandó jelenlétében vizsgáltuk az ötdimenziós Weyl-görbület kozmológiai hatását. Levezettük a luminozitás-távolság – vöröseltolódás összefüggés analitikus alakját. Megmutattuk, hogy a modell kiválóan illeszthető az Ia típusú szupernóvák megfigyeléseihez, valamint összeegyeztethető a nukleoszintézissel.

A Friedmann-modellbe inhomogenitásként beillesztett Schwarzschild-féle fekete lyukak adják az úgynevezett Swiss-cheese kozmológiát, melyet a bránon vizsgáltunk. A fekete lyukak 5d kiterjesztése fekete húrokat eredményezett. Negatív kozmológiai állandó és a brán beágyazásának kis aszimmetriája esetén az általános relativitáselméleti Einstein–Straus modell közelítőleg érvényes marad. Nagy pozitív kozmológiai állandó, vagy jelentős aszimmetria esetén az Univerzum új típusú, úgynevezett nyomás-singularitásba fejlődhet.

A hagyományos brán-elméletekben a brán feszültsége a kozmológiai fejlődés során változatlan marad. A folyadékmembránok feszültsége viszont az Eötvös-törvény szerinti hőmérséklet-függést mutatja. Az analógiára építve kidolgoztuk a változó feszültségű bránok általános dinamikáját, és megállapítottuk, hogy az az Univerzum fejlődését jól reprodukálja.

A gravitáció kvantumelméletében az idő kitüntetett szerepet játszik. Valamely térszerű irány is kitüntetett szerepet játszhat, például egy szimmetria, vagy az 5d brán-elméletben csak a gravitáció számára létező ötödik dimenzió. Kidolgoztunk egy szemléletes geometriai értelmű változókra épülő, mindkét irányt kiemelten kezelő formalizmust.

Kutatásainkat az OTKA 46939 tematikus és 69036 tudományos iskola-teremtő pályázatai, az MTA Bolyai János ösztöndíja, valamint a Bonn-i és Portsmouth-i Egyetemekkel létrejött ERASMUS szerződés támogatta.

## Konferenciák

2007 februárjában Vinkó előadást tartott a „Supernova 1987A – 20 years after” nemzetközi konferencián Aspen-ben (USA).

2007. január–február majd 2008. január–április között Szabó a Sydney Egyetemen dolgozott Magyar-, majd Go8 European Fellowship ösztöndíjasként. 2007 júniusában részt vett a Santorinin rendezett Extreme Solar Systems exobolygós konferencián, 2008 szeptemberében meghívott előadó volt az European Extremely Large Telescope konferencián, Elba szigetén.

Gergely meghívott előadásokat tartott 2007-ben a Bonn-i rádiócsillagászati, a Bad Honneff-i és Montpellier-i kozmológiai, 2008-ban az Umea-i (Svédország) általános relativitáselméleti és a Montpellier-i kozmológiai konferenciákon, valamint a Queen Mary College London egyetemen. Egyéb konferencia-előadásokat tartott Sydney-ben az általános relativitáselméleti GRG18 és a gravitációs hullámokkal foglalkozó Amaldi7 találkozókon, az Imperial College London-ban a PASCOS13 részecskefizikai, húrelméleti és kozmológia szimpóziumon, valamint részt vett a London-i kozmológia és kondenzált anyagok, az Elba-i GWDaw2008 gravitációs hullámok konferenciákon.

Kovács részt vett a Bad Honneff-i 2007-es kozmológia konferencián; Keresztes és Mikóczi a Como-i 2007-es kozmológia iskolán; Keresztes, Mikóczi, Horváth és Dwornik a Cascina-i 2008-as VESF gravitációs hullámok iskolán.

2007 májusában hallgatóink és oktatóink tanulmányi kirándulás keretében meglátogatták a BKMÖ Csillagvizsgáló Intézetét Baján, az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriumát Szombathelyen, valamint a Hegyháti Csillagvizsgálót Hegyhátsálon.

## Oktatás, ismeretterjesztés

A 2006/2007. tanévben indult az új rendszerű, kétlépcsős képzés az egyetemen. Ezzel megszűnt az 5 éves csillagász szak. A 3 éves fizika alapszakon (BSc) belül létezik csillagász szakirány, amit a 2. év elején lehet felvenni. 2009 szeptemberétől indítható a 2 éves csillagász mesterszak (MSc), melyet az ELTE-vel közösen alapítottunk.

Az eddigi tantárgyainkon túl „A földtudományok fizikai alapjai” kurzust is oktatjuk az elsőéves földtudományi BSc hallgatóknak. Továbbra is igen népszerűek voltak az általános művelő, választható tárgyként meghirdetett előadásaink, melyeket gyakran 150–200 hallgató is felvett egy-egy félév során. A két év alatt 9 szakdolgozat, illetve diplomamunka és 9 TDK dolgozat született csillagászati témakörben.

2007-ben Simon Attila I. díjat, Szalai Tamás II. díjat, Csorvási Róbert kiemelt dicséretet, Darázs Barbara és Takáts Katalin dicséretet kapott a XXVIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) csillagászati tagozataiban.

2007-ben csillagász oklevelet szerzett Csorvási Róbert, Kötél László, Simon Attila és Takáts Katalin, 2008-ban Darázs Barbara, Nagy Richárd Antal és Szalai Tamás.





*A 2008-as Szegedi Helyi Csoport találkozó résztvevői (Sebők László felvétele)*

Internetes honlapunk sok magyar nyelvű csillagászati és űrkutatási anyagot tartalmaz, folyamatosan fejlesztjük. A Szegedi Csillagvizsgálóban keddenként az MCSE helyi csoportja tartotta foglalkozásait Székely Péter vezetésével. A hagyományos őszi találkozóinkon az ország sok részéről mintegy 50 amatőr csillagász vett részt. A péntek esti nyitva tartásaink során évente körülbelül 5000 látogatónk volt. Munkatársaink rendszeresen tartottak előadásokat az MCSE országos találkozóin.

Az MCSE Szegedi Helyi Csoportja a Csongrád Megyei Önkormányzat, az MCSE és a Budapesti Távcso Centrum támogatásával beszerzett egy 254/1200-as Sky-Watcher Dobson-távcsövet okulárokkal. Új, HEQ-5 típusú óragépes állványra került a felújított 20 cm-es Newton-teleszkópunk. A tanteremben felszereltünk egy számítógép-projektort.

2008 júliusában a tanterem és a többi alsó szintű helyiség fűtésére bevezettük a gázt, és kazános-radiátoros, időszabályozós fűtést alakítottunk ki. A kazánt az egyetem Természettudományi és Informatikai Kara fedezte, a többi az alapítványunk tartalékaiból tudtuk kifizetni (az egész fűtési rendszer 1,5 millió Ft-ba került).

# www.tudoskonyv.hu

természettudományi szakkönyvtáruhá



minőségi szakkönyvek  
a **szak**szerűség  
jegyében

- » biológia
- » csillagászat
- » fizika
- » földrajz
- » kémia
- » matematika
- » ökológia
- » tudományfilozófia
- » tudománytörténet

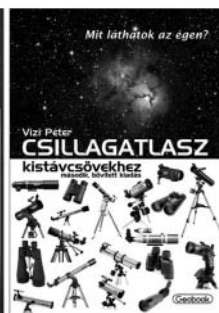
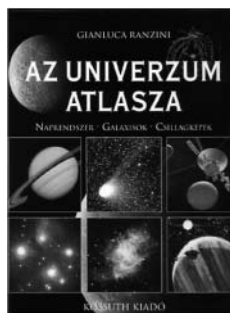
A legnagyobb hazai választék csillagászati szakkönyvekből, térképekből, atlaszokból.

**Állandó kedvezmények: 10-30%**

**Folyamatosan bővülő készlet**

**Minden könyvről részletes bemutatás, recenzió,  
képek a belső oldalokról**

**Postázás raktárról, azonnal, raktárról**



**ügyfélszolgálat és szaktanácsadás: (26) 505-405**

## A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak, megfigyeléseket végezhesse és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoporthaink tevékenységébe.

### Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c.) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

### Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőrcsillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyvünkben** a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőrcsillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

### Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

Elérhetőségeink: Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219., telefon/fax: (1) 240-7708, <http://www.mcse.hu>, e-mail: [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu)



## Belépési nyilatkozat

MCSE-tagtoborzó 2010

Név: .....

Cím: .....

Szül. dátum: ..... E-mail: .....

A rendes tagdíj összege 2010-re 6400 Ft, illetmény: Meteor csillagászat évkönyv 2010 és a Meteor című havi folyóirat 2010-es évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámla-számunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.

## ... ha kell egy hely, ahol értenek a távcsövekhez

Akár egy kezdő távcsövet, akár egy profi, számítógép-vezérelt asztrofotós műszert keres, jöjjön el személyesen boltunkba vagy látogasson el a honlapunkra és segítünk megtalálni az igényeinek és pénztárcájának leginkább megfelelő eszközt. Vásárlás után is forduljon hozzánk bizalommal: ha kérdése vagy problémája akad mindent megteszünk, hogy megoldjuk!

### A legjobb márkák egy helyen

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| • Baader         | Celestron •          |
| • Coronado       | Fujinon •            |
| • Lumicon        | Meade •              |
| • Opticron       | Orion Optics •       |
| • Orion USA      | Pentax •             |
| • Pulsar         | Scopium •            |
| • SkyWatcher     | Takahashi •          |
| • Televue        | The Imaging Source • |
| • William Optics | Yukon •              |



#### Postacím:

Budapest, 1096 Thaly Kálmán u. 34.  
(Klinikák metro megálló mellett)

#### Telefon:

1/707-85-12  
20/5-981-941

#### Nyitva:

hétfő-péntek  
11-17h

#### Web:

<http://www.makszutov.hu>  
[info@makszutov.hu](mailto:info@makszutov.hu)

**Szerzőink, közreműködőink**

BALÁZS LAJOS, az MTA doktora, igazgató, MTA KTM CSKI  
BARTHA LAJOS, ny. könyvtárvezető, csillagászat-történet-kutató  
BENKŐ JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI  
BÉRCZI SZANISZLÓ, ELTE TTK Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport  
BUTUZA TAMÁS, amatőr csillagász, informatikus  
DUTKÓ ANDRÁS, Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Földrajzinév-bizottság  
ÉRDI BÁLINT, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Csillagászati Tanszék  
GÖRGEI ZOLTÁN, amatőr csillagász, Polaris Csillagvizsgáló  
HARGITAI HENRIK, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Planetológiai Műhely  
HEGEDŰS TIBOR, PhD, a BKMÖ Csillagvizsgáló Intézet igazgatója  
HORVAI FERENC, Nagy Károly Csillagászati Közhasznú Alapítvány  
ILLÉS ERZSÉBET, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI  
KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőr csillagász  
KARÁTSÓN DAVID, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Természetföldrajzi Tanszék  
KÁRPÁTI ÁDÁM, egyetemi hallgató, ELTE TTK  
KERESZTURI ÁKOS, PhD, posztdoktori ösztöndíjas, Collegium Budapest, MCSE elnökségi tag  
KOLLÁTH ZOLTÁN, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA KTM CSKI  
KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium  
KOZMA JUDIT, ELTE BTK, magyar nyelvészeti doktori program  
LANDY-GYEBNÁR MÓNICA, amatőr csillagász  
JEAN MEEUS, amatőr csillagász, nyugalmazott meteorológus  
MIZSER ATTILA, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtítkára  
SÁNTA GÁBOR, amatőr csillagász, régész, SZTE BTK Régészeti Tanszék  
SÁRNECZKY KRISZTIÁN, titkár, Magyar Csillagászati Egyesület  
SIK ANDRÁS, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Planetológiai Műhely  
SÓDORNÉ BOGNÁR ZSÓFIA, tudományos segédmunkatárs, MTA KTM CSKI  
SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA KTM CSKI  
SZABÓ SÁNDOR, amatőr csillagász, a Meteor. rovatvezetője  
SZABÓ M. GYULA, PhD, tudományos munkatárs, MTA KTM CSKI, az MTA Lendület Fiatal Kutatói Program munkatársa  
SZATMÁRY KÁROLY, a fizikai tudomány kandidátusa, egyetemi docens, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék  
SZÉKELY PÉTER, tudományos segédmunkatárs, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék  
SZÖLLŐSI ATTILA, amatőr csillagász, MCSE Kiskun Csoport helyettes vezetője  
TÓTH IMRE, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI

**Képmelléklet**

6. A „Tigriskarmolások” a Szaturnusz Enceladus nevű holdján. Bővebben lásd Illés Erzsébet *Hogyan látjuk ma az óriásbolygók világát?* című cikkében.

7. Változások a Jupiteren Stefan Buda magyar származású, Ausztráliában élő amatőr-csillagász felvételein. Valamennyi kép 40,5 cm-es Dall–Kirkham-távcsővel készült.

Balra főnn: 2006. július 20. 11:04 UT. A Nagy Vörös Folt fölött jól látható a Kis Vörös Folt, mely 2006 áprilisában jelent meg, majd július végén a két vörös folt elhaladt egymás mellett. Képünkön ezt a találkozást látjuk. További érdekesség a közelben tartózkodó Io, mely árnyékot vet a Jupiter felhőzetére. Valamennyi felvételen dél van fenn.

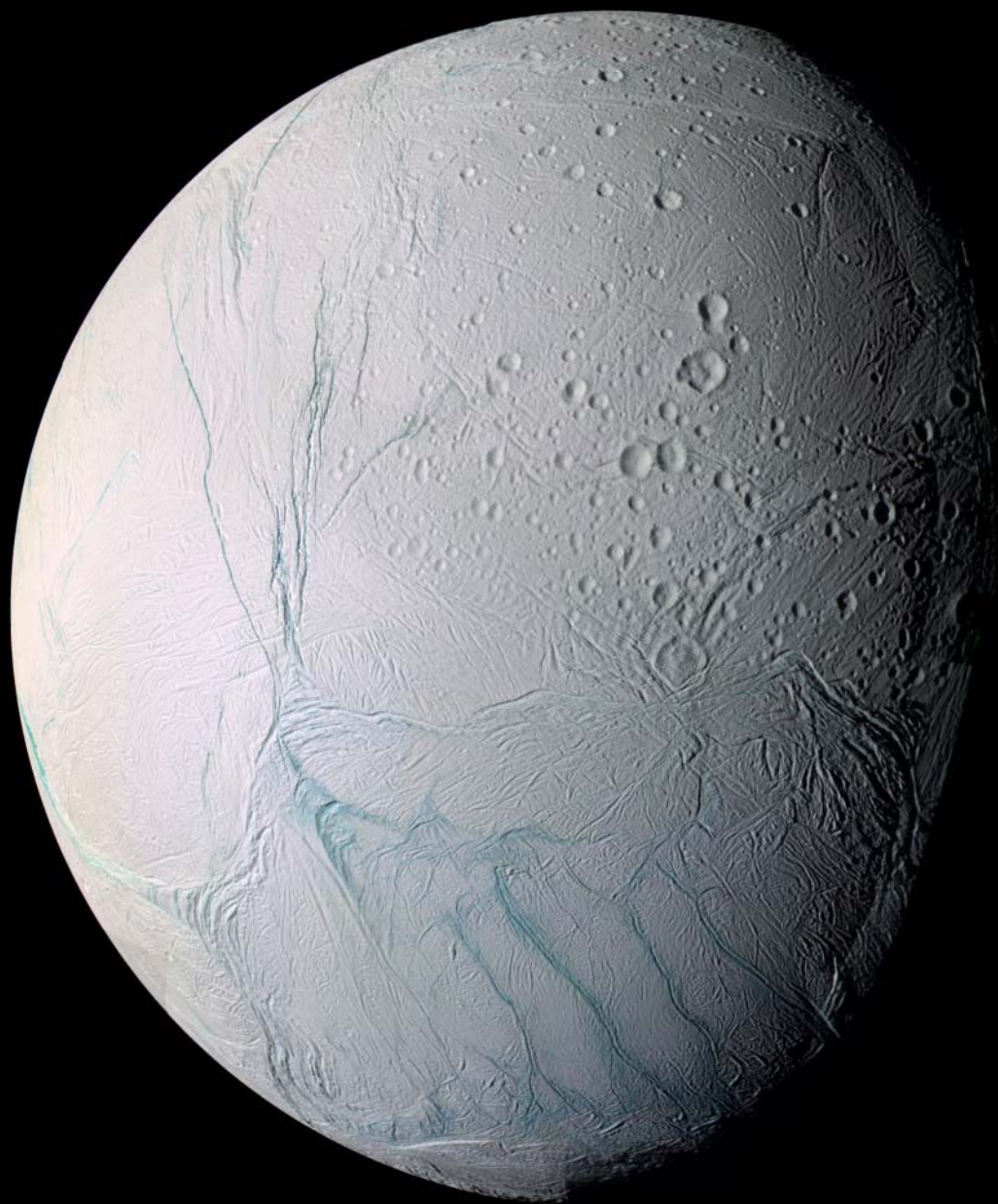
Jobbra főnn: 2007 nyarára jelentősen elhalványodott a Jupiter Déli Egyenlítői Sávja. Hasonló jelenségre 1989 óta nem volt példa. A felvétel 2007. augusztus 13-án 9:32 UT-kor készült.

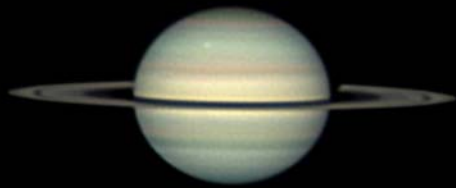
Balra lent: 2008-ra visszanyerte megszokott megjelenését az óriásbolygó légköre. A felvétel 2008. szeptember 23-án 10:29 UT-kor készült. A jó minőségű fotón a Nagy Vörös Folt szerkezete is megfigyelhető.

Jobbra lent: a Nagy Vörös Folt környezetében ismét jelentős változások álltak be az egy évvel korábbi képhez viszonyítva. A felvétel 2009. szeptember 18. 09:12 UT-kor készült.

8. A bal oldali képen a Szaturnusz gyűrűrendszerére kitűnően rálátunk Éder Iván 2006. március 20-án 19:25 UT-kor készült felvételén, mely 30,5 cm-es Newton-távcsővel és webkamerával készült. Jobb oldalt szinte éléről látunk rá a gyűrűrendszerre Stefan Buda felvételén, mely 2009. április 12-én 11:02 UT-kor készült.

9. A 2009-ben ismét felújított Hubble-űrtávcső felvétele a Stephan-ötösről. A híres galaxiscsoport a Pegasus csillagképben észlelhető, és az egyik legjobb példát szolgáltatja a galaxisok kölcsönhatására. A kép a 2009 májusában beépített WFC3 kamerával készült.









# MINDEN AMI SZÁMÍTÁSTECHNIKA

## 1984 ÓTA



# QWERTY COMPUTER

XI., Bartók Béla út 14. Telefon: 466-9377 [www.qwerty.hu](http://www.qwerty.hu)



# Budapesti Távcső Centrum

- » a legjobb távcsőmárkák képviselője
- » a legnagyobb hazai raktárkészlet
- » csillagászati távcsövek, mechanikák
- » állványok, kiegészítők
- » binokulárok, spektívek
- » éjjellátók, mikroszkópok
- » csillagászatra, természetfigyelésre, fotózáshoz



Budapest XII.  
Városmajor u. 19/b  
1 percre a Déli pályaudvartól

telefon (1) 202 5651  
(20) 484 9300  
fax (99) 332 548

nyitva tartás  
H-P: 10-18h  
SZO: 9-13h  
info@tavcsu.hu  
btc@tavcsu.hu

[www.tavcsu.hu](http://www.tavcsu.hu) [www.tavcsu.com](http://www.tavcsu.com)

Sky-Watcher

acuter

CELESTRON

DELTA optical

MEADE

LACERTA

23

TeleVue

ZENOS

LABORATOR

DIPOL

www.universum.hu

B-TREK

CORONADO

Mikro

AstroMedia

OPTICAL

Astronomik

YUKON



ISSN 0866-2851



9770866 285002

Ár: 2010 Ft

